

JP2004297172

PUB DATE: 2004-10-21

APPLICANT: SHARP CORP

HAS ATTACHED HERETO A MACHINE TRANSLATION

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-297172

(43)Date of publication of application : 21.10.2004

(51)Int.Cl.

H04J 15/00

H04B 7/26

(21)Application number : 2003-083429

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.03.2003

(72)Inventor : HAMAGUCHI YASUHIRO

IMAMURA KIMIHIKO

NAKAJIMA TAIICHIRO

SHIRAKAWA ATSUSHI

OKAMOTO NAOKI

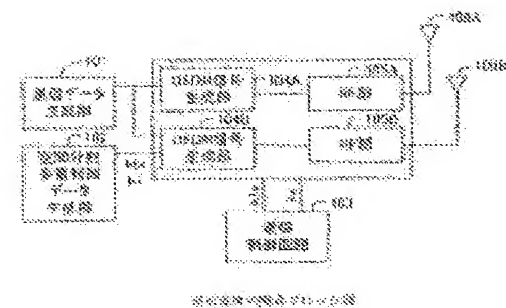
SUETAKE HIROYASU

## (54) WIRELESS DATA TRANSMISSION SYSTEM, AND WIRELESS DATA TRANSMISSION/RECEPTION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wireless data transmission system utilizing the SDM and compatible with a conventional wireless communication system, and to provide a wireless data transmission/reception apparatus.

SOLUTION: The wireless data transmission system including a transmission apparatus and a reception apparatus is characterized in that when the transmission apparatus starts data transmission to the reception apparatus, the transmission apparatus transmits data including a maximum number of antennas available for the transmission and a maximum number of available data sequences to spatial division multiplexing control data to the reception apparatus, and when the transmission apparatus receives a discrimination result indicating impossibility of reception by the number of the



transmission antennas and the number of the data sequences, the transmission apparatus transmits data including a reduced number of the transmission antennas and a reduced number of the data sequences to the spatial division multiplexing control data to the reception apparatus.

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication 2004-297172  
SP Number: B0007P1593  
(English Documents Translated by Translation Software)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-297172

(43)Date of publication of application : 21.10.2004

---

(51)Int.Cl. H04J 15/00

H04B 7/26

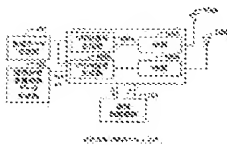
---

(21)Application number : 2003-083429 (71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.03.2003 (72)Inventor : HAMAGUCHI YASUHIRO  
IMAMURA KIMHIKO  
NAKAJIMA TAIICHIRO  
SHIRAKAWA ATSUSHI  
OKAMOTO NAOKI  
SUETAKE HIROYASU

---

(54) WIRELESS DATA TRANSMISSION SYSTEM, AND WIRELESS DATA  
TRANSMISSION/RECEPTION APPARATUS



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wireless data transmission system utilizing the SDM and compatible with a conventional wireless communication system, and to provide a wireless data transmission/reception apparatus.

SOLUTION: The wireless data transmission system including a transmission apparatus and a reception apparatus is characterized in that when the transmission

apparatus starts data transmission to the reception apparatus, the transmission apparatus transmits data including a maximum number of antennas available for the transmission and a maximum number of available data sequences to spatial division multiplexing control data to the reception apparatus, and when the transmission apparatus receives a discrimination result indicating impossibility of reception by the number of the transmission antennas and the number of the data sequences, the transmission apparatus transmits data including a reduced number of the transmission antennas and a reduced number of the data sequences to the spatial division multiplexing control data to the reception apparatus.

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is a sending set which is provided with two or more antennas, carries out the space division multiple of the data of one or more series, and carries out wireless transmission using the same frequency channel,

A sending set provided with a means to generate space division multiple control data containing the number of antennas used for transmission between said two or more antennas, and the number of series of data to transmit, to include this space division multiple control data in data of at least 1 series, and to transmit.

[Claim 2]

It is a receiving set which can receive data by which wireless transmission was carried out from the sending set according to claim 1,

Said sending set acquires the number of antennas used for transmission, and the number of series of data to transmit from said space division multiple control data contained in received data, A receiving set provided with a means to distinguish whether it is ability ready for receiving for data with this number of transmission antennas, and the number of data series, and to transmit a discriminated result to said sending set.

[Claim 3]

A radio data transmission system constituted including respectively the sending set according to claim 1 and the receiving set according to claim 2 one or more.

[Claim 4]

In the radio data transmission system according to claim 3,

When starting data transmission to a receiving set, said sending set includes the maximum number of an antenna usable to transmission, and the maximum number of an usable data series in said space division multiple control data, and transmits, A radio data transmission system including what reduced each of said number of transmission antennas, and the number of data series in said space division multiple control data, and transmitting when a discriminated result that it is unreceivable with said number of transmission antennas and the number of data series is received from said receiving set.

[Claim 5]

Said sending set is provided with a means to modulate send data with an OFDM system and to transmit,

The radio data transmission system according to claim 3, wherein said receiving set is provided with a means to restore to received data with an OFDM system.

[Claim 6]

Wireless data transceiving equipment which is provided with the following and characterized by transmission and reception of wireless data being possible.

The sending set according to claim 1.

The receiving set according to claim 2.

[Claim 7]

In the radio data transmission system according to claim 3,

A radio data transmission system, wherein said sending set and a receiving set transmit as a data packet which added a preamble of ARIB STD-T71 system to said send data which carried out the space division multiple.

[Claim 8]

In the radio data transmission system according to claim 3,

A radio data transmission system, wherein said sending set and a receiving set transmit as a data packet which added a preamble of an IEEE802.11a system to said send data which carried out the space division multiple.

[Claim 9]

Said sending set transmits to the signal field included in a preamble of said data packet including data in which a modulation method of said send data which carried out the space division multiple is shown,

The radio data transmission system according to claim 7 or 8, wherein said receiving set restores to received data with a modulation method shown in said signal field.

[Claim 10]

The radio data transmission system according to claim 9, wherein said sending set transmits to the signal field included in a preamble of said data packet further

including data in which it is shown whether send data is data based on a space division multiple system.

[Claim 11]

The radio data transmission system according to claim 9, wherein said sending set transmits to the signal field included in a preamble of said data packet further including data in which data length of send data is shown.

[Claim 12]

A radio data transmission system given in any 1 clause of Claim 9, wherein said sending set adds the signal field which contained further data in which a modulation method and data length of said send data are shown to a head of said send data and transmits to 11.

[Claim 13]

The radio data transmission system according to claim 12, wherein said sending set includes MAC control information on send data in a data field of a data packet of said ARIB STD-T71 system or an IEEE802.11a system further and transmits.

[Claim 14]

Said sending set changes a part of data length of a preamble contained in said data packet with a modulation method of send data, and transmits,

The radio data transmission system according to claim 7 or 8 said receiving set's identifying a modulation method of received data with a part of data length of said preamble, and restoring to received data with this modulation method.

[Claim 15]

Said sending set transmits to a preamble for propagation path estimates added to a head of send data in said data packet including data in which a modulation method of this send data is shown,

The radio data transmission system according to claim 7 or 8, wherein said receiving set restores to received data with a modulation method shown by said preamble for propagation path estimates.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the wireless data sending set and receiving set for realizing the radio data transmission system which carried out division multiplex [ of the transmission data ], and accelerated data communications especially, and this about the radio data transmission system and wireless data transceiving equipment which use a 5GHz bandwidth.

[0002]

[Description of the Prior Art]

In recent years, two or more small-power-wireless communications systems of the license needlessness which uses a 5GHz bandwidth are proposed, and are standardized. For example, in the HiSWAN (High Speed Wireless Access System) standard of ARIB (Association of Radio Industries and Businesses), an indoor-oriented radio communications system is mainly provided in a 5GHz bandwidth.

[0003]

In IEEE802.11a which is one of the wireless LAN standards by IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Use the frequency band of the 5.2-GHz circumference and to a modulation method An OFDM system, The CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) system is adopted as a MAC layer, and access speed provides the radio communications system in which the high-speed wireless communications of 36 – 54Mbps are possible.

[0004]

However, to 5.15 GHz permitted to such a small-power-wireless communications system – 5.25 GHz bands. There are only four channels of 20 MHz (an occupancy signal frequency band is 18 MHz) of frequency bands, and it is said that it is difficult to raise the throughput as a radio communications system.

[0005]

The technology of SDM (Space Division Multiplexing: space division multiple) is proposed under such a situation as technology which raises access speed. In the radio communications system using SDM, a sending set transmits simultaneously different data using two or more antennas with the same frequency band, and a receiving set receives these signals by which multiplex was carried out, and is separated.

[0006]

An example using such SDM of a radio communications system is explained briefly. In this example, the sending set and the receiving set shall be provided with two antennas, and the number of the data series transmitted and received shall also be two. Although anythings are possible for the modulation method of data, the OFDM

modulation system with which it opts for specification-ization by the 5GHz bandwidth here shall be used.

[0007]

Drawing 13 is a figure showing roughly the composition of the radio communications system in this example. In drawing 13, the sending set of this radio communications system is provided with two antenna TxAnt\_A and TxAnt\_B, and the receiving set is also provided with two antenna RxAnt\_A and RxAnt\_B.

[0008]

When transmitting data to a receiving set from a sending set, a sending set transmits simultaneously the data Tx (A) divided into two, and each of Tx (B) with the same frequency band from antenna TxAnt\_A and TxAnt\_B.

[0009]

The data Tx (A) transmitted from antenna TxAnt\_A passes along the propagation ways H11 and H12, and is received by antenna RxAnt\_A and RxAnt\_B of a receiving set, respectively. Similarly, the data Tx (B) transmitted from antenna TxAnt\_B passes along the propagation ways H21 and H22, and is received by antenna RxAnt\_A and RxAnt\_B of a receiving set, respectively.

[0010]

In antenna RxAnt\_A of a receiving set, the received data from the propagation ways H11 and H21 are received as the compounded received data Rx (A). Similarly, in antenna RxAnt\_B, the received data from the propagation ways H12 and H22 are received as the compounded received data Rx (B).

[0011]

Here, the following determinants (1) can express the received data Rx (A) and Rx (B) in each antenna of a receiving set using the propagation way H11, H12, H21 and H22, and the send data Tx (A) and Tx (B) in each antenna of a sending set.

[0012]

[Mathematical formula 1]

$$\begin{bmatrix} Rx(A) \\ Rx(B) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H11 & H21 \\ H12 & H22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Tx(A) \\ Tx(B) \end{bmatrix} \dots (1)$$

[0013]

In a receiving set, when the propagation ways H11-H22 are known beforehand, the received data Rx (A) and Rx (B) to the send data Tx (A) and Tx (B) are calculated. If the determinant shown by H11-H22 is set to H (it is hereafter called a "propagation way procession") and the inverse matrix is made into  $H^{-1}$ , the following determinants (2) can express the send data Tx (A) and Tx (B).

[0014]

[Mathematical formula 2]



$$\begin{bmatrix} Tx(A) \\ Tx(B) \end{bmatrix} = H^{-1} \begin{bmatrix} Rx(A) \\ Rx(B) \end{bmatrix} \dots (2)$$

[0015]

Since the propagation way procession H changes with communication environment, it is common by preceding performing data communications and transmitting known data to a receiving set from a sending set to search for the propagation way procession H. This known data is called preamble for propagation way measurement.

[0016]

For example, the case where included the data [ data / a and a ] a from antenna TxAnt\_B and -a in the head of the burst, and it transmits from antenna TxAnt\_A of a sending set as a preamble for propagation way measurement is considered. Drawing 14 is a figure showing the example of the packet format at the time of transmission of this preamble for propagation way measurement. It is superimposed on the preamble for propagation way measurement transmitted from each antenna of the sending set through the propagation way H, and it is received by each antenna RxAnt\_A and RxAnt\_B of a receiving set.

[0017]

At this time, the data received by antenna RxAnt\_A of the receiving set is set to r1 and r2, and the following determinant will be materialized if the data received by antenna RxAnt\_B is set to r3 and r4.

[0018]

[Mathematical formula 3]

$$\begin{bmatrix} r1 & r2 \\ r3 & r4 \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} a & a \\ a & -a \end{bmatrix} \dots (3)$$

[0019]

In an upper type, since r1-r4 are the received data in a receiving set and a and -a are known pilot signals beforehand, (3) types will be transformed and the propagation way procession H will be expressed with the following formula.

[0020]

[Mathematical formula 4]

$$H = \frac{-1}{2a^2} \begin{bmatrix} -a & -a \\ -a & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r1 & r2 \\ r3 & r4 \end{bmatrix} \dots (4)$$

[0021]

However, in the radio communications system in this example, since the OFDM modulation system is adopted, the propagation way procession H shown by (4) formulas about each subcarrier of OFDM must be searched for.

[0022]

Next, the OFDM wireless communication system using the 5GHz bandwidth which specification has already decided is explained briefly. This system is a CSMA/CA system specified to ARIB-STD T-71.

Except for the laws and regulations in each country including the frequency band to be used, it has the same specification as IEEE802.11a.

[0023]

Drawing 15 is a figure showing roughly the composition of the communication packet used in this OFDM wireless communication system. In drawing 15, the communication packet comprises the area B and the C region included the preamble signal, the signal field shown in SF, and a data field shown by DF.

[0024]

Although a preamble signal is known data between a sending set and a receiving set, it is not prescribed by specifications in particular how the preamble signal included in area B and a C region is used in a receiving set. Usually, area B is a repetition (0.8 microsecond x ten pieces) of the data for 0.8 microsecond, and is used for data communications, such as AGC control, a coarse estimating frequency offset, and a symbol synchronization. A C region is used for data communications, such as propagation path estimate and a fine estimating frequency offset.

[0025]

Drawing 16 is a figure showing the composition of the data contained in the signal field (SF). The modulation rate of the data field (DF) which SF comprises 24-bit data and follows below 4 bits. Reserve is included for the length (byte length) of a data field, and the error correction tail bit for the signal fields (SF) is contained for the parity bit for the signal fields (SF) by 6 bits by 1 bit by 1 bit by 12 bits.

[0026]

In the receiving set by ARIB-STD T-71 specification (it is only hereafter written as "T-71"), drawing 17 is a flow chart which shows the flow of the processing which receives the above-mentioned wireless transfer wave, and to which it restores. If an electric wave is detected (Step S1701), a receiving set will acquire a preamble and will judge whether the electric wave is an electric wave of T-71 format (Step S1702). When a reception radio wave is an electric wave of T-71, it restores to the signal field (SF) and it is judged whether the signal field (SF) is the right based on a parity bit etc. (Step S1703).

[0027]

The signal field (SF) restores to a following data field (DF) further to a right case based on the modulation rate of the data field (DF) contained there (Step S1704). The recovery of OFDM symbol data which received is continued until a receiving set reaches the data length (Length) of the data field (DF) contained in the signal field (SF) (Step S1705).

[0028]

On the other hand, in the above-mentioned step S1702, when it judges with the received electric wave not being an electric wave of T-71 format, the radio field intensity of a reception radio wave is measured (Step S1706), and size with the threshold value L1 beforehand set to this radio field intensity is compared (Step S1707). When received radio field intensity is more than threshold value L1, it judges that carrier communication is in use, and it stands by until received radio field intensity becomes smaller than the threshold value L1.

[0029]

In the above-mentioned step S1703, although the electric wave of the T-71 format was received, When it judges with that signal field (SF) having an error, the intensity of a reception radio wave is measured (Step S1708), and size with the threshold value L2 beforehand set to this radio field intensity is compared (Step S1709). When received radio field intensity is more than threshold value L2, it judges that carrier communication is in use, and it stands by until received radio field intensity becomes smaller than the threshold value L2.

[0030]

In the above-mentioned steps S1707 and S1709, in order that a receiving set may protect so that a send action may not be caused during carrier communication use, it is made not to perform other processings, until received radio field intensity becomes smaller than the threshold value L1 or L2. It is because the CSMA/CA system is taken, so it is necessary to avoid the collision of wireless transfer data in T-71. In a receiving set, while processing Steps S1701-S1709, suppose that a send action cannot be performed.

[0031]

The threshold values L1 and L2 set up beforehand are different values, and assume that it has set up so that it may be set to  $L1 > L2$ . In order to improve safety more to the electric wave of the same communications system, the value of L2 is made lower than L1.

[0032]

The specification of the MAC layer used for ARIB-STD T-71 and IEEE802.11a is indicated to IEEE802.11. As described above, in order to transmit by T-71, it must judge that carrier communication is not used, but it is necessary besides operating condition judgment of such a physical carrier to check not being used logically. Time to be needed for a series of operations in the packet communication is shown to the header of each packet by IEEE802.11. Therefore, the equipment which tries to transmit by T-71 needs to transmit by checking the logical reservation status.

[Patent documents 1]

JP,2002-374224,A

[0033]

[Problem to be solved by the invention]

By the way, since it will become possible to increase the number of the data series transmitted and received according to the number of an antenna with the same frequency band if an SDM system is used as mentioned above, high-speed mass communication can be performed compared with the system which does not use an SDM system. A radio wave resource can be efficiently used by adjusting the number of antennas to be used, and the number of transmitted-and-received-data series according to the channel capacity of a radio communications system.

[0034]

On the other hand, in the conventional radio communications system, the number of the data series transmitted and received in one frequency band is one. For this reason, when starting communication, while the sending set sent the radio wave in the specific frequency band, the radio wave in the frequency band where a receiving set is specific was received, and communication was able to be established by restoring to this to data. Of course, in the sending set and the receiving set, in order to improve communicative quality, two or more antennas might be used, but it is only for this acquiring the gain by a die by city, and a sending set and a receiving set did not need to recognize the antenna number used.

[0035]

However, in a radio communications system using SDM, At least, transmission and reception of two or more data series are attained in one frequency band, and it can be transmitted by using two or more antennas in a sending set and a receiving set and received [ a theory top can carry out multiplex / of the data series for a transmission antenna number / , and ]. Therefore, in a receiving set, it is necessary to detect the number of transmission antennas used for a kind and transmission of data transmitted from a sending set. This invention tends to provide a radio data transmission system and wireless data transceiving equipment this [ whose ] is made possible.

[0036]

In order to use the above-mentioned SDM-OFDM system by a 5GHz bandwidth, it is desirable for there to be a radio communications system and compatibility, such as ARIB-STD T-71 which exists from the former, and IEEE802.11a. However, a system configuration which enables coexistence with a radio communications system of an SDM-OFDM system and the conventional radio communications system is not yet proposed.

[0037]

Therefore, this invention is a radio data transmission system using SDM, and tends to provide a radio data transmission system and wireless data transceiving equipment provided with compatibility with the conventional radio communications

system again.

[0038]

[Means for solving problem]

In view of above-mentioned solution SUBJECT, this invention person thought out wholeheartedly to a radio data transmission system and wireless data transceiving equipment which have the following composition as a result of research.

Namely, it is a sending set which this invention is provided with two or more antennas, and carries out the space division multiple of the data of one or more series, and carries out wireless transmission using the same frequency channel, Space division multiple control data containing the number of antennas used for transmission between said two or more antennas and the number of series of data to transmit is generated, and a sending set provided with a means to include this space division multiple control data in data of at least 1 series, and to transmit is provided.

[0039]

This invention is a receiving set which can receive again data by which wireless transmission was carried out from the above-mentioned sending set, Said sending set acquires the number of antennas used for transmission, and the number of series of data to transmit from said space division multiple control data contained in received data, It distinguishes whether it is ability ready for receiving for data with this number of transmission antennas, and the number of data series, and a receiving set provided with a means to transmit a discriminated result to said sending set is provided.

[0040]

In wireless data transmission using a space division multiple according to a sending set and a receiving set of these this inventions, By notifying the available number of antennas, and the number of data series, and suiting with a sending set and a receiving set, an effect by a space division multiple is made into the maximum, and it becomes possible to raise a data transmission rate.

This invention provides again the radio data transmission system constituted including an above-mentioned sending set and receiving set one or more respectively.

[0041]

In the radio data transmission system of above-mentioned this invention, said sending set, When starting data transmission to a receiving set, include the maximum number of an antenna usable to transmission, and the maximum number of an usable data series in said space division multiple control data, and it transmits, When a discriminated result that it is unreceivable with said number of transmission antennas and the number of data series is received from said receiving set, what reduced each of said number of transmission antennas and the number of data series is included in said space division multiple control data, and it transmits.

[0042]

A sending set can detect the maximum receivable number of transmission antennas and the number of data series in a receiving set by continuing transmitting, reducing the number of transmission antennas, and the number of data series until it receives a discriminated result with ability ready for receiving from a receiving set.

[0043]

In the radio data transmission system of this invention, said sending set is provided with a means to modulate send data with an OFDM system and to transmit, and said receiving set is provided with a means to restore to received data with an OFDM system.

Typically, a radio data transmission system of this invention carries out the space division multiple (SDM) of the sending signal which carried out OFDM modulation further, and an SDM-OFDM system which transmits using two or more antennas and data series is used for it.

[0044]

This invention is provided with an above-mentioned sending set and a receiving set, and provides again wireless data transceiving equipment in which transmission and reception of wireless data are possible.

In a radio data transmission system of above-mentioned this invention, said sending set and a receiving set transmit as a data packet which added a preamble of ARIB STD-T71 system or an IEEE802.11a system to said send data which carried out the space division multiple.

[0045]

Since the same frequency band as a wireless communication system by a space division multiple of this invention is used for a wireless communication system of these former, by adding a preamble common to a data packet in a system of this invention with these, It becomes possible to build the conventional wireless communication system and a radio data transmission system which has high compatibility.

[0046]

In a radio data transmission system of this invention, said sending set, Transmitting to the signal field included in a preamble of said data packet including data in which a modulation method of said send data which carried out the space division multiple is shown, said receiving set restores to received data with a modulation method shown in said signal field.

[0047]

By this the transceiving equipment of this invention. [ whether the received packet data are what is transmitted by the space division multiple system of this invention, and ] It becomes possible to carry out reception of whether it is what is transmitted by the conventional wireless communication system in the same operation, even if it becomes possible to distinguish from the signal field of a packet and is a packet of which system.

[0048]

In the radio data transmission system of this invention, said sending set transmits to the signal field included in the preamble of said data packet further including the data in which it is shown whether send data is data based on a space division multiple system.

[0049]

Thereby, even if it is a case where the data packet by the space division multiple system of this invention is received in the transceiving equipment by the conventional wireless communication system, it becomes possible about it being a packet of the communication method to distinguish from the signal field. What is necessary is just to cancel the packet, when it is judged that the data to which it cannot restore with the transceiving equipment concerned is contained in a packet.

[0050]

In the radio data transmission system of this invention, said sending set transmits to the signal field included in the preamble of said data packet further including the data in which the data length of send data is shown.

[0051]

Transceiving equipment which received such a data packet can recognize correctly data length of a data field which continues after a preamble. When a data packet by a space division multiple system of this invention is especially received in transceiving equipment by the conventional wireless communication system, Since it can restore to a following data field and the data length can be correctly recognized that there is nothing, it can wait to complete transmission of the data concerned and the next transmission and reception operations can be performed.

[0052]

In a radio data transmission system of this invention, said sending set adds the signal field which contained further data in which a modulation method and data length of said send data are shown to a head of said send data, and transmits.

[0053]

It becomes unnecessary to use a modulation method and data length of the same data by each data series unlike a case where this transmits including data in which a modulation method and data length of said send data are shown in a preamble of a data packet by the conventional wireless communication system as mentioned above. For this reason, it becomes possible to perform data communications of more various forms.

[0054]

In a radio data transmission system of this invention, said sending set includes MAC control information on send data in a data field of a data packet of said ARIB STD-T71 system or an IEEE802.11a system further, and transmits.

[0055]

The data in which the logical operating condition of carrier communication is shown is contained in the MAC control information on send data, and according to the above-mentioned composition. Also in the transceiving equipment of ARIB STD-T71

conventional system or an IEEE802.11a system, it becomes possible to acquire this MAC control information, and it becomes possible to build a more reliable radio data transmission system.

[0056]

In the radio data transmission system of this invention, said sending set, A part of data length of the preamble contained in said data packet is changed with the modulation method of send data, and is transmitted, said receiving set identifies the modulation method of received data with a part of data length of said preamble, and it restores to received data with this modulation method.

[0057]

In the radio data transmission system of this invention, said sending set, Transmitting to the preamble for propagation path estimates added to the head of the send data in said data packet including the data in which the modulation method of this send data is shown, said receiving set restores to received data with the modulation method shown by said preamble for propagation path estimates. It becomes possible to include in a preamble the data in which the modulation method of send data is shown, without changing the data of the preamble already specified by the conventional system according to these methods.

[0058]

[Mode for carrying out the invention]

Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail, referring to an accompanying drawing.

Drawing 1 – drawing 12 are figures which illustrate each embodiment of this invention, and in these figures, a portion which attached the same mark expresses the same thing, and let these fundamental composition and operations be the same things. In each following embodiment, the antenna n [ several ] which transceiving equipment has is set to 2, and is also setting to 2 the number of data series transmitted and received. A modulation method shall be based on an OFDM system like an example quoted by a Prior art.

[0059]

[A 1st embodiment]

Below, it divides into composition and operation in a sending set, and composition and operation in a receiving set, and a radio data transmission system concerning a 1st embodiment of this invention is explained in order.

[0060]

Drawing 1 is a block diagram showing roughly the composition of the sending set used in the radio data transmission system of this embodiment.

In drawing 1, the sending set of this embodiment comprises the send data generation part 101, the space division multiple control data generating section 102, the transmission-control circuit 103, the OFDM signal generation parts 104A and 104B, RF sections 105A and 105B, and the antennas 106A and 106B.

[0061]



It is what the send data generation part 101 generates send data, and is outputted to the OFDM signal generation parts 104A and 104B. The information data which should be transmitted from the upper layer (here, not shown) was received, and it has the circuit which generates the signal which processes an error correction etc. and can be transmitted in an OFDM format.

[0062]

The space division multiple control data generating section 102 outputs the number  $k_{tx}$  of transmission antennas and  $k_1$  data series which are used in communication by a space division multiple (SDM) system to the OFDM signal generation part 104B as space division multiple control data. The space division multiple control data generating section 102 also received the number  $k_{tx}$  of transmission antennas, and  $k_1$  data series from the upper layer, performed processing required for these values, and is provided with the circuit outputted as a signal which can be transmitted in an OFDM signal format. [ as well as the send data generation part 101 ] In this embodiment, both the number  $k_{tx}$  of transmission antennas and  $k_1$  data series will take the value of 1 or 2.

[0063]

The transmission-control circuit 103 generates and outputs the data in which the number  $k_x$  of antennas and the number  $k_{1x}$  of data series which a sending set actually uses are shown. This number  $k_x$  of antennas and the number  $k_{1x}$  of data series are values directed from the upper layer like the above  $k_{tx}$  and  $k_1$ , and these will take the value of 1 or 2 in this embodiment.

[0064]

The OFDM signal generation parts 104A and 104B modulate the sending signal received from the send data generation part 101 to an OFDM signal, respectively, and output it to RF sections 105A and 105B. In the OFDM signal generation part 104B, the space division multiple control data received from the space division multiple control data generating section 102 is multiplexed to a sending signal.

[0065]

RF sections 105A and 105B are changed into frequency which actually uses a signal modulated in the OFDM signal generation parts 104A and 104B by radio, and are outputted to the antennas 106A and 106B, respectively. The antennas 106A and 106B carry out wireless transmission of these signals.

[0066]

Operation which performs data transmission with a sending set of this embodiment constituted as mentioned above is explained.

First, to communicate using an SDM system, it is necessary to notify beforehand the number of antennas and the number of data series which are used for transmission to a receiving set. Therefore, in a sending set of this embodiment, it precedes performing radio, and the space division multiple control data  $k_{tx}$  generated by the space division multiple control data generating section 102, i.e., the number of transmission antennas, and  $k_1$  data series must be first transmitted to a receiving

set.

[0067]

In transmission of this space division multiple control data, since the situation by the side of a receiving set is strange, it transmits as  $k_{tx}=k_{1x}=2$  (each maximum). In this case, in a sending set, the space division multiple control data generating section 102, the OFDM signal generation part 104B, RF section 105B, and the antenna 106B will be used, and space division multiple control data will be transmitted to a receiving set.

[0068]

However, it is not necessary to set the maximum as  $k_{tx}$  and  $k_{1x}$ , and to necessarily transmit to them, and what is necessary is just to transmit with the receivable number of antennas and the number of data series in the system, when the situation of each equipment which constitutes a radio data transmission system is already known.

[0069]

It is judged whether communication with the number  $k_{tx}$  of antennas and  $k_{1x}$  data series which are contained in the control data concerned is possible for the receiving set which received the above-mentioned space division multiple control data so that it may mention later. A receiving set according to the same data series as having received the above-mentioned control data. When it can communicate by the number  $k_{tx}$  of antennas, and  $k_{1x}$  data series, Ack (Acknowledge: mean that it can communicate by the condition), If communication is impossible, Nack (Non-Acknowledge: mean that it cannot communicate on the condition) will be transmitted to a sending set as reply data.

[0070]

When it communicates with the number  $k_{tx}$  of antennas and  $k_{1x}$  data series which transmitted with the above-mentioned control data when Ack was received as reply data and Nack is received, a sending set changes the number of antennas, and the number of data series into a lower value, and transmits control data again. When a receiving set becomes a receiving possible value by repeating this in a value with the number  $k_{tx}$  of antennas, and  $k_{1x}$  data series, a sending set will receive Ack.

[0071]

Drawing 2 is a flow chart which shows the flow of the send action of the space division multiple control data in a sending set. With the flow chart shown in drawing 2, the maximum of the number of antennas in a sending set and the number of send data series is not carried out in 2, but it is shown as any value. In order to simplify explanation, the case where the number of antennas and the number of data series which are used for transmission are the same is shown.

[0072]

In the sending set before starting transmission, both the values of  $k_x$  and  $k_{1x}$  are set to the transmission-control circuit 103 by 1. In the sending set, in spite of having transmitted the space division multiple control data, the parameter Nack

which shows the number of times which was not able to receive Ack is memorized, and 0 is set to the value of Nack as an initial value now. In the space division multiple control data generating section 102 of a sending set,  $k1=n$  shall be set up as  $ktx=n$  and the number of data series as the number of transmission antennas used for data transmission (Step S200).

[0073]

First, a sending set assigns the value which subtracted the value of Nack from  $n$  to the number  $ktx$  of transmission antennas set up in the space division multiple control data generating section 102. The value which subtracted the value of Nack from  $n$  is assigned to  $k1$  data series (Step S201). Here, since it is  $Nack=0$ , it is still  $ktx=k1=n$ . After this, it judges whether it is  $ktx=0$ , and if it is  $ktx=0$ , processing will be ended (Step S202).

[0074]

Next, a sending set transmits space division multiple control data to a receiving set with the number  $ktx$  of transmission antennas and  $k1$  data series which are set up in the space division multiple control data generating section 102 now (Step S203).

[0075]

When Ack is received from a receiving set (Step S204), It judges that communication by the number  $ktx$  of transmission antennas and  $k1$  data series is possible, and the value of  $ktx$  is assigned to the number  $kx$  of antennas used for communication also in the transmission-control circuit 103, and the value of  $k1$  is assigned to the number  $k1x$  of data series, respectively (Step S206). Then, data communications can be started by the above-mentioned conditions (Step S207).

[0076]

When Nack is received from a receiving set, or when reply data is not received in fixed time (Step S204), the value of Nack is made to increase one time (Step S205), and it returns to Step S201. In Step S201, after resetting the number  $ktx$  of transmission antennas and  $k1$  data series in the space division multiple control data generating section 102, unless  $ktx$  is 0 (Step S202), space division multiple control data is again transmitted to a receiving set.

[0077]

Thus, space division multiple control data is transmitted to a receiving set, reducing the number  $ktx$  of transmission antennas, and  $k1$  data series every [ 1 ], The number  $ktx$  of transmission antennas and  $k1$  data series in the time of receiving Ack from a receiving set are set up as the number  $kx$  of antennas used for subsequent communications, and the number  $k1x$  of data series, and data communications are performed. however, a receiving set is non-receipt, when it is set to  $ktx=0$  before receiving Ack from a receiving set (Step S202) — or it judges that it does not exist and processing is interrupted.

Thus, by controlling the send action of a sending set, the communication using the number of antennas and the number of data series maximum in the range which can receive a receiving set is establishable.

[0078]

Drawing 3 is a block diagram showing roughly the composition of the receiving set used in the radio data transmission system of this embodiment.

In drawing 3, the receiving set of this embodiment The antennas 301A and 301B, It comprises RF sections 302A and 302B, the OFDM signal receiving circuits 303A and 303B, the space division multiple control data analysis circuit 304, the reception-control circuit 305, the SDM treating part 306, and the received-data treating part 307.

[0079]

RF sections 302A and 302B are provided with the RF circuit changed into the frequency band which can carry out digital processing of the RF signal received from the sending set by wireless data transmission.

The OFDM signal receiving circuits 303A and 303B are provided with the circuit for performing OFDM recovery processing to the input signal by which frequency conversion was carried out in RF sections 302A and 302B. The OFDM signal receiving circuit 303B extracts again the space division multiple control data contained in an input signal, and outputs it to the space division multiple control data analysis circuit 304.

[0080]

The space division multiple control data analysis circuit 304 analyzes the space division multiple control data received from the OFDM signal receiving circuit 303B, and outputs the result to the reception-control circuit 305. Specifically,  $k_{tx}$  and  $k_1$  which are contained in space division multiple control data shall be detected and outputted.

[0081]

The reception-control circuit 305 controls the OFDM signal receiving circuits 303A and 303B and the SDM treating part 306 based on the space division multiple control data received from the space division multiple control data analysis circuit 304. Although based on a predetermined algorithm about the method of this control, it explains in detail later.

[0082]

The reception-control circuit 305 outputs the signal which controls again the number  $k_x$  of antennas and the number  $k_{1x}$  of data series which are used for data receiving in a receiving set like the transmission-control circuit 103 of the sending set shown in drawing 1.

The received-data treating part 307 is provided with a circuit which performs required processing of an error correction etc. to an input signal to which it restored.

[0083]

According to this embodiment, when set to  $k_x=k_{1x}=1$  in the reception-control circuit 305, the antenna 301B, RF section 302B, the OFDM signal receiving circuit 303B, and the received-data treating part 307 perform receiving operation. When set to  $k_x=k_{1x}=2$  in the reception-control circuit 305, The antenna 301A, RF section 302A,

and the OFDM signal receiving circuit 303A, After processing an input signal by two data series with the antenna 301B, RF section 302B, and the OFDM signal receiving circuit 303B, in the SDM treating part 306, an OFDM signal from these two data series is compounded, and it processes by the received-data treating part 307. a compositing process of an OFDM signal in the SDM treating part 306 — the above — the same inverse-matrix arithmetic circuit shall perform as a Prior art explained [0084]

Although the number of receiving antennas and the number of data series in a receiving set as well as a sending set are also set to two in drawing 3, this embodiment is not limited to this and can use a receiving set provided with arbitrary numbers of the numbers of receiving antennas, and the number of data series. [0085]

Drawing 4 is a flow chart which shows the flow of the receiving operation of the space division multiple control data in the above-mentioned receiving set. With the flow chart shown in drawing 4, the maximum of the number of antennas and the number of send data series which are used in a receiving set is not carried out in 2, but it is shown as any value  $krxa$ . In order to simplify explanation, the case where the number of antennas and the number of data series which are used for reception are the same is shown. [0086]

In the receiving set before a data receiving start, both the numbers  $kx$  of antennas and numbers  $k1x$  of data series that are used for reception are set as 1 in the reception-control circuit 305 (Step S300). If space division multiple control data is received from a sending set, this will be analyzed in the space division multiple control data analysis circuit 304, and the value of  $ktx$  and  $k1$  which are contained in data will be acquired (Step S301). [0087]

The reception-control circuit 305 compares the value of  $ktx$  and  $k1$  with the value of  $krxa$  (Step S302). In this example, since the value of  $ktx$  and  $k1$  is equal, the value of  $k1$  is used for comparison.

In Step S302, in being  $k1 \leq krxa$ , Since reception with the number of antennas and the number of data series which are shown by  $ktx$  and  $k1$  will be possible, While transmitting Ack to a receiving set (Step S303), in the reception-control circuit 305, the value of  $ktx$  and  $k1$  is assigned to the number  $kx$  of antennas and the number  $k1x$  of data series which are used for reception, respectively (Step S304). Since data transmission is started by the number  $ktx$  of antennas, and  $k1$  data series from a sending set after transmitting Ack, this is receivable (Step S305). [0088]

In Step S302, since reception with the number of antennas and the number of data series which are shown by  $ktx$  and  $k1$  will be impossible when it is  $k1 > krxa$ , processing is ended, without transmitting Nack to a receiving set or operating at all. [0089]

Thus, by controlling the receiving operation of a receiving set, it can cooperate with the send action of the above-mentioned sending set, and the communication using the number of antennas and the number of data series maximum in the usable range can be established between a sending set and a receiving set.

[0090]

Although the example which constituted from the above the sending set and receiving set which are used in the radio data transmission system of this embodiment as separate equipment was shown, using as transceiving equipment which unified these is also possible.

[0091]

[A 2nd embodiment]

Drawing 5 is a figure showing roughly the composition of the radio data transmission system concerning a 2nd embodiment of this invention. In drawing 5, the radio data transmission system of this embodiment comprises the transceiving equipment A, the transceiving equipment B, and the transceiving equipment C.

[0092]

The transceiving equipment A and the transceiving equipment B are transceiving equipment of the SDM-OFDM system same with having been shown in a 1st embodiment, and are provided with two antennas and the digital disposal circuit (not shown) of two series, respectively. On the other hand, the transceiving equipment C is transceiving equipment which operates with the radio communications system which uses the conventional 5GHz bandwidths, such as ARIB-STD T-71 and IEEE802.11a, and performs radio using a 5GHz bandwidth altogether.

[0093]

This embodiment explains taking the case of a case where the transceiving equipment C is a thing of ARIB-STD T-71 specification, as shown in drawing 5. As shown in drawing 5, between the transceiving equipment A and the transceiving equipment B, it is possible to also perform radio by T-71 [ besides radio by an SDM-OFDM system ] system, but. Between the transceiving equipment A or the transceiving equipment B, and the transceiving equipment C, only radio by T-71 system shall be performed.

[0094]

In a radio data transmission system of this embodiment constituted as mentioned above, how to communicate while transceiving equipment of an SDM-OFDM system has conventional transceiving equipment and compatibility of T-71 system which use a 5GHz bandwidth is explained.

[0095]

Here, the case where data communications are performed to the transceiving equipment B from the transceiving equipment A is considered. As shown in drawing 5, as for the transceiving equipment A, the transceiving equipment B can perform data communications using two antenna TRxB\_Ant\_a and TRxB\_Ant\_b using two antenna TRxA\_Ant\_a and TRxA\_Ant\_b.

[0096]

Drawing 6 is a figure showing roughly the composition of the packet transmitted to the transceiving equipment B from the transceiving equipment A in the radio data transmission system of this embodiment. In drawing 6, the packet by which the packet to which from TRxA\_Ant\_a is transmitted from antenna TRxA\_Ant\_a of the transceiving equipment A is transmitted to from TRxA\_Ant\_b from antenna TRxA\_Ant\_b is shown.

[0097]

About the field B, C, and SF in each packet shown in drawing 6, it shall be the same as that of the thing of the conventional technology shown by drawing 15, and shall be generated according to ARIB-STD T-71 specification. DF (a) and DF (b) are data fields, and are the same as that of DF shown in drawing 15. In this embodiment, how to assign send data every 2 [ 1/ ] to DF (a) and DF (b), respectively, and assign shall be based on arbitrary methods. It adds to the field B, C, and SF, and the preamble D for propagation path estimates for SDM-OFDM and D' are included in the preamble of each packet, respectively.

[0098]

Since the field B, C, and SF is the completely same data in two packets shown in drawing 6, The transceiving equipment A and B does not necessarily need to transmit these data from both antennas, for example, it may be made to transmit only from antenna TRxA\_Ant\_a about the data of the field B, C, and SF.

[0099]

In the transceiving equipment B which received these packets, it can restore to the data contained in these packets by carrying out signal processing even of the field B, C, and SF in the mode of T-71, and carrying out signal processing of the field after it in the mode of SDM first.

[0100]

Even when the transceiving equipment C receives these packets, up to the field B, C, and SF, signal processing can be performed and it can restore to data.

[0101]

About the data contained in SF of two packets shown in drawing 6, it is the same as that of the thing of the conventional technology shown in drawing 16. That is, SF comprises 24-bit data and the data which the data in which the modulation method (Rate) of DF is shown shows the length of DF by 4 bits is contained by 12 bits.

[0102]

Since 4 bits of data in which the modulation method of DF is shown are assigned, 16 kinds of modulation methods can be specified at the maximum. However, by T-71, only the actual condition and eight kinds of modulation methods are used, and any modulation methods other than these are not specified. 1/2, 2/3, and 3/4 are specifically defined as a modulation method as four kinds, BPSK, QPSK, 16QAM, and 64QAM, and a coding rate of an error correcting code, and the transmission rate of DF is decided by such combination.

[0103]

Since the number of data series used for transmission and reception is 1 in T-71, if the modulation method of the eight above-mentioned kinds of DFs is expressed in the form of a transmission rate (a modulation method, a coding rate, the number of data series), 6Mbps (BPSK, 1/2, 1), 9Mbps (BPSK, 3/4, 1), It is set to 12Mbps (QPSK, 1/2, 1), 18Mbps (QPSK, 3/4, 1), 24Mbps (16QAM, 1/2, 1), 36Mbps (16QAM, 3/4, 1), 48Mbps (64QAM, 2/3, 1), and 54Mbps (64QAM, 3/4, 1).

[0104]

In Rate of above-mentioned SF, 1101, 1111, 0101, 0111, 1001, 1011, 0001, and 0011 are assigned according to the above-mentioned order, respectively as bit data in which the modulation method of these eight kinds of DFs is shown.

[0105]

In this embodiment, further Rate of SF as a modulation method of DF in communication with SDM-OFDM mode, 12Mbps (BPSK, 1/2, 2), 18Mbps (BPSK, 3/4, 2), 24Mbps (QPSK, 1/2, 2), 36Mbps (QPSK, 3/4, 2), Eight kinds of 48Mbps (16QAM, 1/2, 2), 72Mbps (16QAM, 3/4, 2), 96Mbps (64QAM, 2/3, 2), and 108Mbps (64QAM, 3/4, 2) are included. The number of data series used for transmission and reception with SDM-OFDM mode is set to 2.

[0106]

As bit data in which a modulation method of DF used in these SDM-OFDM mode is shown, 1100, 1110, 0100, 0110, 1000, 1010, 0000, and 0010 are assigned according to the above-mentioned order. As compared with assignment of bit data to a modulation method of DF in the T-71 above-mentioned mode, these. Top 3 bits is common, and the things with same modulation method and coding rate are assigned so that 1 bit of low ranks may change with T-71 mode or SDM-OFDM modes. For this reason, the number of data series used for transmission and reception can be judged from 1 bit of low ranks of bit data.

[0107]

Although the number of data series is different when the transmission rate by the modulation method in T-71 mode and each SDM-OFDM mode is compared in the above, there is combination to which a transmission rate becomes the same. For example, they are 12Mbps (QPSK, 1/2, 1), 12Mbps (BPSK, 1/2, 2), etc. Thus, since the propagation environment for which it was suitable with the number of send data series differs even if the transmission rate overlaps in two or more modulation methods, it cannot generally be said that it is useless. However, in order to use effectively the small number of bits assigned in SF, the assignment which produces such duplication cannot be said to be the optimal thing.

[0108]

In order to assign the bit data in which the modulation method of DF in SF is shown efficiently to various modulation methods, If the number of data series uses the modulation method of few directions preferentially when a transmission rate becomes the same between different modulation methods, the transmitting and



receiving processing of data also becomes easy, and is effective also for reduction of the power consumption in transceiving equipment. It is made not to assign this bit data and may be made to assign a modulation method with many data series by a substitute about the modulation method of a direction with many data series among the overlapping modulation methods.

[0109]

In the above, for example, 12Mbps in SDM-OFDM mode (BPSK, 1/2, 2), 18Mbps (BPSK, 3/4, 2), 24Mbps (QPSK, 1/2, 2), To 36Mbps (QPSK, 3/4, 2) and 48Mbps (16QAM, 1/2, 2), bit data in inside of SF are not assigned, It can replace with this and bit data can be assigned to 144Mbps (64QAM, 2/3, 3) with more data series, 162Mbps (64QAM, 3/4, 3), etc.

[0110]

In the transceiving equipment B which, on the other hand, received a packet shown in drawing 6, a bit pattern which shows a modulation method of DF contained in SF is detected. In the above-mentioned example, when 1 bit of low ranks of a bit pattern are 1, it judges that it is T-71 mode, and in being 0, it judges that it is in SDM-OFDM mode. Since the number of data series is two or more, in the case of SDM-OFDM mode, the preamble D for propagation path estimates contained in a packet and D' are acquired, and propagation path estimate for restoring to an input signal with SDM-OFDM mode is carried out to it. It receives as data of a modulation method by a SDM-OFDM mho also about DF.

[0111]

In the transceiving equipment A and B which can perform wireless data transmission with both T-71 mode and SDM-OFDM mode as mentioned above, drawing 7 is a flow chart which shows a flow of operation at the time of receiving wireless data. In drawing 7, about processing from Step S701 to S709, since it is the same as that of the conventional receiving set shown in drawing 17, explanation is omitted here.

[0112]

The transceiving equipment A and B which received a packet shown in drawing 6 in this embodiment, If data which this packet contains a preamble of T-71 system, and is contained in SF in that preamble judges with the right, Bit data in which a modulation method of DF furthermore contained in SF is shown are detected, and it is judged whether it is transmitted in that this packet is transmitted in SDM-OFDM mode, or T-71 mode (Step S711). The judging standard and method are as having described above.

[0113]

The transceiving equipment A and B restores to the data contained in DF with an SDM-OFDM system, when it judges with a receive packet being transmitted in SDM-OFDM mode (Steps S712 and S713). About this recovery processing, it is considered as the same thing as the processing in the above-mentioned sending set and receiving set of a 1st embodiment.

[0114]

By the way, when the packet shown in drawing 6 in the transceiving equipment C shown in drawing 5 is received, the reception only of the packet transmitted in T-71 mode can be carried out. That is, in drawing 7, a series of processings of Steps S701-S705 can be performed. However, when what shows SDM-OFDM as a bit pattern which shows the modulation method of DF in SF is contained, the data besides regulation is contained in SF — since it becomes, it judges that SF has an error in Step S703, and progresses to processing of Step S708.

[0115]

When received radio field intensity is more than [ predetermined ] threshold value L2 in Step S709 at this time, it can judge that T-71 carrier communication is in use, and the transceiving equipment C cannot perform a send action.

[0116]

In the radio data transmission system of this embodiment. The information for identifying these using the same preamble in T-71 system and an SDM-OFDM system, Since it has composition included in SF as bit data in which the modulation method of DF is shown, even if the transceiving equipment of T-71 system and the transceiving equipment of an SDM-OFDM system are intermingled in a system, wireless data transmission can be performed among these.

[0117]

[A 3rd embodiment]

In the radio data transmission system of a 2nd embodiment, the transceiving equipment C of T-71 system. Since SF in a packet is normally unacquirable even if it receives the packet of an SDM-OFDM system, there is no other way but to measure [ a means to judge the operating condition of carrier communication when radio is performed by the SDM-OFDM system ]. Thus, when the operating condition of a carrier is judged only based on received radio field intensity, even if an electric wave is under reception in other transceiving equipment, there is a problem that a send action may be performed without the ability to distinguish this.

[0118]

In a radio data transmission system of a 2nd embodiment. As a method of distinguishing a signal by T-71 system, and a signal by an SDM-OFDM system, Bit data in which a modulation method (are they T-71 system or an SDM-OFDM system?) of DF is shown in SF of a transmitting packet are included, and suppose transceiving equipment which received this that it is based on these bit data and a packet by a system of a gap is judged.

[0119]

On the other hand, according to this embodiment, it is characterized by using a reserve bit (Reserve in drawing 16) contained in SF of a packet. Suppose that 0 is specifically assigned to a reserve bit when a packet is what is depended on T-71 system, and it assigns 1 in being what is depended on an SDM-OFDM system. In addition, a radio data transmission system and transceiving equipment of this embodiment shall be constituted like a thing of a 2nd embodiment, and shall operate

similarly.

[0120]

Since it can be recognized as it being a packet of an SDM-OFDM system if it detects by this that Reserve of SF is 1 even if transceiving equipment of T-71 system is a case where a packet of an SDM-OFDM system is received, Even if data besides regulation is contained in SF, it does not judge that it is an error, but time for data length of DF and a waiting state which does not perform transmission and reception can be maintained.

[0121]

By the way, in the radio data transmission system of a 2nd embodiment, it has transmitted including the bit data (Length in drawing 16) in which the data length of DF is shown in SF of a transmitting packet. Since the modulation method of DF cannot be recognized even if the transceiving equipment C of T-71 system is able to acquire Length from SF of the packet of an SDM-OFDM system which received, The time which reception of a data part including the preamble and DF for SDM-OFDM takes can be recognized correctly.

[0122]

Therefore, although the transceiving equipment of T-71 system can recognize that a receive packet is a packet of an SDM-OFDM system by using Reserve of SF as mentioned above, standby time until transmission and reception of the packet concerned are completed cannot be judged. In order to cope with this, with the transceiving equipment of T-71 system, the time which packet sending and receiving takes based on the value of Length acquired from SF of the packet of an SDM-OFDM system is estimated, and it is possible to make this into standby time.

[0123]

Data communications are considered that standby time which the above estimated an SDM-OFDM system from \*\*\*\*\* at high speed compared with T-71 system will generally become longer than time which actual transmission and reception usually take. In this case, after actual transmission is completed, in spite of not transmitting an electric wave, there is a period which becomes that transceiving equipment is a receive state with as, electric power will be consumed vainly and also timing of transmission will be overdue.

[0124]

On the other hand, when the estimated above-mentioned standby time becomes shorter than time which actual transmission and reception take, transceiving equipment operates electric wave detection again (Step S1701 of drawing 17), but. Since a preamble of T-71 is undetectable in a reception radio wave, an operating condition of carrier communication is judged based on received radio field intensity, and it will be in a state (Steps S1706-S1707 of drawing 17) of waiting for opening of carrier communication. However, although it turns out that data communications of T-71 system (however, SDM-OFDM modulation is further carried out after a preamble) are performed at this time, As shown in drawing 17, the judging standard

L1 of received radio field intensity at the time of judging that a reception radio wave is not T-71 system will be used.

[0125]

Therefore, in the wireless data transmission system of a 2nd embodiment. Since the above inconvenience arises in the transceiving equipment by T-71 system, there is a problem that data communications are not performed efficiently especially under the situation where the transceiving equipment by T-71 system and the transceiving equipment by an SDM-OFDM system are intermingled.

[0126]

So, in this embodiment, it is further characterized by transmitting to Length in SF including the data length which applied the data length of DF, and the data length of the preamble D for propagation path estimates, and D' about the packet which transmits in SDM-OFDM mode. Here, the data length of the preamble D for propagation path estimates to add and D' shall be the data length according to the time required when the modulation method used for transmission of the packet concerned receives.

[0127]

Thus, by including in SF the data according to the preamble D for propagation path estimates which becomes redundant to the packet of T-71 system among the packet of an SDM-OFDM system, and the actual receiving time of D' which is shown as for data length, and transmitting, Even if the transceiving equipment by T-71 system is a case where the packet of an SDM-OFDM system is received, it becomes possible to recognize the packet length correctly. Therefore, what is necessary is just to change the period equivalent to the packet length concerned into the waiting state.

[0128]

A concrete example is shown below. A case where the number of send data series transmits from an antenna of 2 and both sides and receives 100 bytes of data (a total of 200 bytes) by 16QAM R=3/4 with an SDM-OFDM system is considered (in transmitting and receiving by T-71 system). 16QAM R = 18 bytes of data can be transmitted and received by 1 OFDM symbol three fourths. Let time which transmission and reception of the preamble D for propagation path estimates of SDM-OFDM and D' take be 2 OFDM-symbol time.

[0129]

At this time, set 2 to Rate of SF as a modulation method of DF as 16QAM R=3/4, and the number of send data series, and to Length. Bit data equivalent to 136 bytes which is a value adding 100 bytes which is the data length of DF, and the  $2 \times 18 = 36$  byte (2 OFDM-symbol time) which is the data length of the preamble D for propagation path estimates and D' are set up. Reserve (reserve bit) of SF is set as one.

[0130]

In [ if it was set up in this way and transmitted and packet reception of the

transceiving equipment of an SDM-OFDM system is carried out ] SF in a packet, It detects that Reserve is one, that data length is set as 136 bytes by Length, and that a modulation method is set as 16QAM R=3/4 by Rate. By modulation method 16QAM R=3/4, transceiving equipment can be judged to be 18 bytes by which data length of the preamble D for propagation path estimates and D' is equivalent to a part for 2 OFDM-symbol time, and can be computed as data length of DF is 100 bytes. It judges that data length of SDM-OFDM is total and is 200 bytes since the number of data series is 2 by Rate of SF, and restores to an input signal such.

[0131]

On the other hand, when the transmitting packet of the above [ the transceiving equipment of T-71 system ] is received, In SF in a packet, it detects that Reserve is one, that data length is set as 136 bytes by Length, and that the modulation method is set as 16QAM R=3/4 by Rate. Since it can recognize that transceiving equipment contains the data which cannot restore to a packet since Reserve is 1, judgment that SF has an error is not made. Since it turns out that data length including a part for the preamble D for propagation path estimates and D' is 136 bytes, transceiving equipment can maintain the period equivalent to this, and the waiting state which does not perform transmission and reception.

[0132]

[A 4th embodiment]

In the radio data transmission system of a 2nd above-mentioned embodiment and a 3rd embodiment, In transmitting and receiving data using two antennas and two data series with an SDM-OFDM system, send data was divided into two in the transmitting side, and it has specified it that each is included in DF (a) and DF (b) of a transmitting packet, and it transmits. These two DFs are the same data length, and they are to become irregular with the same modulation method and to be transmitted.

[0133]

However, it is convenient if two different data in these two data series can also be transmitted. In this case, although data length of DF (a) and DF (b) does not necessarily become equal, in a radio data transmission system of a 2nd embodiment and a 3rd embodiment, it needs to make the same data length of DF (a) and DF (b), and needs to transmit. DF (a) and DF (b) cannot be modulated with a different modulation method, and it cannot transmit, either.

[0134]

A radio data transmission system concerning a 4th embodiment of this invention transmits and receives data by packet composition specified in order to cancel such inconvenience. Except for this packet composition, it is considered as a thing of a 2nd embodiment and a 3rd embodiment, and same thing about composition and operation of transceiving equipment used for a radio data transmission system of this embodiment, and this.

[0135]

Drawing 8 is a figure showing roughly packet composition of data of an SDM-OFDM system transmitted and received in a radio data transmission system of this embodiment. In a packet shown in drawing 8, about the field B, C, and SF, D, and D', since it is the same as that of what is shown in drawing 6, explanation is omitted here.

[0136]

In packet composition in this embodiment, the feature of inserting the signal fields SF (a) and SF (b) is carried out, respectively between the propagation path estimate symbol D of an SDM-OFDM system, and D' and DFs (a) (b). SF (a) and SF (b) contain data in which a modulation method (Rate) and data length (Length) of DF (a) and DF (b) are shown, respectively. This packet includes information which shows whether it is what is depended on an SDM-OFDM system in Reserve of SF like a 2nd embodiment and a 3rd embodiment. Also in Length of SF, it is preferred that the same data as a 2nd embodiment or a 3rd embodiment is included.

[0137]

By this transceiving equipment of an SDM-OFDM system which received these packets, First, if it recognizes that a receive packet contains data of an SDM-OFDM system by Reserve of SF, based on following SF (a) and SF (b), recovery processing of data contained in DF (a) and DF (b) can be performed further. In this way, two packets containing different data are transmitted and received according to a data series different, respectively, in a receiver, recovery processing which became independent to each packet can be performed, and data can be acquired.

[0138]

In this embodiment, since it constitutes like conventional SF shown in drawing 16, a format of SF (a) and SF (b) can be processed as usual in transceiving equipment of this embodiment. For this reason, in using this embodiment, it is not necessary to decide new specification at all.

When transceiving equipment of T-71 system receives a packet of this embodiment, it shall process like a 2nd embodiment and a 3rd embodiment.

[0139]

[A 5th embodiment]

Although a physical operating condition of carrier communication can be checked by measuring a reception radio wave in transceiving equipment in the above 2nd - a 4th embodiment, a logical operating condition of carrier communication cannot be checked by this method. In an SDM-OFDM system, since inside of MAC control information is included in a data field of a packet and data in which a reserved period of a medium which is needed for a series of communications is shown is contained in this MAC control information, this data shows a logical operating condition of carrier communication.

[0140]

However, in the transceiving equipment which performs only radio by T-71 system, since it cannot restore to the data field of the packet by an SDM-OFDM system,

the logical operating condition of carrier communication cannot be checked. However, in order to stabilize the radio data transmission system of this invention more and to operate, also in the transceiving equipment which performs only radio by T-71 system, it is preferred that the logical operating condition of carrier communication is acquirable from this MAC control information.

[0141]

Then, it is characterized by performing \*\*\*\* communication for packets constituted from a wireless data communication system concerning a 5th embodiment of this invention so that the MAC control information included in the packet of an SDM-OFDM system also with the transceiving equipment of T-71 system could be received. Except for this packet composition, it is considered as the 2nd – the thing of a 4th embodiment and the same thing about the composition and operation of the transceiving equipment used for the radio data transmission system of this embodiment, and this.

[0142]

Drawing 9 is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system of this embodiment. In the packet shown in drawing 9, since it is the same as that of the field B, C, and SF, D, D', and the thing shown in drawing 6 and drawing 7 about SF (a) and SF (b), explanation is omitted here.

[0143]

In the packet shown in drawing 9, it uses as a flag which shows whether this packet is an SDM-OFDM system about Reserve (reserve bit) of SF, or it is T-71 system like the above-mentioned 3rd – a 4th embodiment. Length of SF contains the data in which length is shown. DF includes only MAC control information as data. DF (a) and DF (b) contain the transmission data except MAC control information, respectively.

[0144]

The transceiving equipment of the SDM-OFDM system which received the packet of such composition, While restoring to B in a packet, C, SF, and DF by T-71 system, based on the value of Reserve in SF, it restores to D, D', SF (a), SF (b), DF (a), and DF (b) with an SDM-OFDM system.

[0145]

The transceiving equipment of T-71 system which received the above-mentioned packet restores to B in a packet, C, SF, and DF by T-71 system. Although transmission data is not contained in DF, since MAC control information is included, thereby, transceiving equipment becomes possible [ recognizing the logical thing operating condition of carrier communication ].

[0146]

[A 6th embodiment]

The radio data transmission system concerning a 6th embodiment of this invention is characterized by the number of send data series being identifiable with the preamble pattern in a packet. Except for this packet composition, it is considered as

the thing of each of above-mentioned embodiments, and the same thing about the composition and operation of the transceiving equipment used for the radio data transmission system of this embodiment, and this.

[0147]

Drawing 10 is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system of this embodiment. The packet shown in the upper row of drawing 10 is a packet transmitted when the number of send data series is 1, and the packet shown in the lower berth is a packet transmitted when the number of send data series is 2.

Among these packets, since it is the same as that of C, SF, DF, D, D', and the thing shown in drawing 6 and drawing 7 about DF (a) and DF (b), explanation is omitted here.

[0148]

A packet shown in the upper row of drawing 10 is the same composition as a packet by T-71 conventional system, and is ability ready for receiving also in which transceiving equipment of T-71 system and an SDM-OFDM system. As the whole, a cycle is TB and the preamble B of this packet is generated by repeating the signal b of an equal pattern of periodic Tb 10 times.

[0149]

On the other hand, in a packet shown in the lower berth of drawing 10, the preamble B is twice the length of a packet shown in the upper row, namely, it is generated by repeating the signal b of an equal pattern of periodic Tb 20 times. Here, although the length of the preamble B of a packet shown in the lower berth is made into what [ twice ] is shown in the upper row, this is only an example of 1 composition of a packet, and the length of the preamble B can be set as any value in this embodiment.

[0150]

The transceiving equipment of T-71 system and an SDM-OFDM system, If the signal having contained each of above-mentioned packets is received, the signal with which only period Tb delayed the input signal is generated, correlation with this signal delay and input signal is taken, and detection of the existence of a signal and detection of receiving timing are performed from the pattern of this correlation. Here, the correlation between two signals means the similarity of the complex signal which the above-mentioned signal delay and each input signal contain. Complex multiplication of the amplitude of the complex signal which both signals contain is specifically carried out, and the value with which it integrated between period Tb is made into the correlation value.

[0151]

Drawing 11 is a figure showing the output wave of the correlation value which is computed as mentioned above and outputted from the preamble signal of each packet shown in drawing 10. The upper row of drawing 11 is a waveform outputted as a correlation value of the packet shown in the upper row of drawing 10. Since the preamble B of this packet repeats the signal b of periodic Tb 10 times and is



generated, if correlation with that signal delay is taken, a correlation value will become large between period  $9 \times T_b$  mostly. The lower berth of drawing 11 is a waveform outputted as a correlation value of the packet shown in the lower berth of drawing 10, and it becomes mostly in between like the above period  $19 \times T_b$  [ the correlation value with the signal delay ] greatly.

In the wave form chart shown in drawing 11, since it has ignored about various kinds of noise components, it is a linear waveform. Correlation will be strong, so that time is taken along a horizontal axis, both the figures of the upper row and the lower berth have taken the correlation value along the vertical axis and the value of a correlation value is large.

[0152]

As shown in drawing 11, in the transceiving equipment of T-71 system and an SDM-OFDM system, the fixed threshold value is set up to the correlation value detected from an input signal. Transceiving equipment can detect the period  $T_{cor}$  when the correlation value of the received preamble signal exceeds this threshold value, and can identify the kind of input signal now based on this.

[0153]

For example, the transceiving equipment B shown in drawing 5 in order to receive the packet by the both sides of T-71 system and an SDM-OFDM system in the receiving set B. It constitutes so that it may operate as transceiving equipment of T-71 system, in the period  $T_{cor}$  when the correlation value of the received preamble signal exceeds a predetermined threshold value is computed, operating as transceiving equipment of an SDM-OFDM system in being  $T_{cor} > 15 \times T_b$ , and being  $T_{cor} \leq 15 \times T_b$ . It judges appropriately whether it is that by which a receive packet twists transceiving equipment to T-71 system by this, or it is what is depended on an SDM-OFDM system, and it becomes possible to operate as transceiving equipment by the system of the applicable one. Here, although it is making into the boundary condition whether for  $T_{cor}$  to exceed  $15 \times T_b$  as a standard which judges the communication method of a receive packet, any value can be set up with the threshold value over a correlation value.

[0154]

On the other hand, since the transceiving equipment C shown in drawing 5 is conventional transceiving equipment only for T-71 system, it does not have the function to judge the communication method of the above receive packets, but the packet of T-71 system as shown in the upper row of drawing 10 is received, and, naturally it can get over. When the transceiving equipment C receives the packet of the SDM-OFDM system shown in the lower berth of drawing 10, Although restoring to transmission data is unreceivable, since the preamble pattern of a packet is common to T-71 system, Even if it is possible to detect a reception radio wave and the packet of the above SDM-OFDM systems is transmitted and received in the radio data transmission system as shown in drawing 5, it does not have an adverse effect to a system.

[0155]

As described above, by a number of a transmission antenna used in an SDM-OFDM system. By changing a preamble pattern of a transmitting packet, it becomes possible to develop a system of an SDM-OFDM system on a radio data transmission system of T-71 system by which actual condition employment is carried out.

[0156]

[A 7th embodiment]

A radio data transmission system concerning a 7th embodiment of this invention is characterized by constituting so that a communication method of a receive packet can be identified by a preamble for SDM-OFDM propagation path estimates in a packet in equipment of a receiver.

[0157]

Drawing 12 is a figure showing roughly an example of composition of a packet of an SDM-OFDM system used in a radio data transmission system of this embodiment. In a packet shown in drawing 12, B, C, and SF shall be constituted like a packet by T-71 conventional system. Therefore, composition which includes data for identifying a communication method of a packet in Rate and Reserve of SF like each above-mentioned embodiment, or shows a communication method with data length of B is not taken.

[0158]

In drawing 12, the preamble D for SDM-OFDM propagation path estimates and D' contain data called D1, D2 and D1, and -D2, respectively. D1 is data contained in common with a head of D and D', and a receiving set becomes possible [ identifying ] about data of an SDM-OFDM system following below with this data. For example, what is necessary is just to constitute in a receiving set, so that it may have correlator which computes a correlation value, when the same waveform as D1 is received.

[0159]

It operates correlator and detects whether a signal following SF has waveform D1 and correlation while restoring to B, C, and SF with T-71 system, if a receiving set of an SDM-OFDM system is received [ a packet shown in drawing 12 ]. When correlation is detected (a correlation value computed by correlator exceeds a predetermined threshold value), it judges that data following below is data of an SDM-OFDM system, and restores to DF (a) or DF (b) using a propagation way procession presumed by D1 and D2 (- D2).

[0160]

It becomes possible to generate, transmit and receive a packet of an SDM-OFDM system, without adding change to data of SF already defined by T-71 according to packet composition shown in drawing 12, and composition of the above receiving sets.

[0161]

In a radio data transmission system of this embodiment. Since a waveform of an

OFDM symbol of the beginning of DF following SF is in agreement with D1 by chance or has high correlation even if it is a case where a packet of T-71 system is received, It may happen to judge this packet to be a packet of an SDM-OFDM system accidentally in a receiving set. What is necessary is just to insert Null (non-signal state), for example between SF, and the preamble D for propagation path estimates of an SDM-OFDM signal or D', in order to avoid such a detection error. About composition and operation of transceiving equipment used for a radio data transmission system of this embodiment, and this except for component part explained in the above, it is the same as that of a thing of conventional technology. [0162]

As mentioned above, although the concrete embodiment was shown and described about the radio data transmission system and wireless data transceiving equipment of this invention, this invention is not limited to these. If it is a person skilled in the art, it is possible to add various change and improvement to the composition and the function of invention which are applied within limits which do not deviate from the summary of this invention at each above-mentioned embodiment or other embodiments. [0163]

Especially, by each above-mentioned embodiment, in order to simplify explanation, only two antennas and the system using the two numbers of data series are shown, but this invention is not necessarily limited to this and can establish the space-division multiplexing system by arbitrary space multiplexed numbers. [0164]

Although ARIB-STD T-71 is illustrated in each above-mentioned embodiment as a conventional communication method used in accordance with an SDM-OFDM system, this invention is not necessarily limited to this and can be applied to IEEE802.11a etc., for example. [0165]

#### [Effect of the Invention]

As mentioned above, as explained, according to the radio data transmission system and wireless data transceiving equipment of this invention. A radio data transmission system and wireless data transceiving equipment to which two or more antennas are used and transmission and reception by two or more data series are made with an SDM-OFDM system in the same frequency band are provided. [0166]

In using such an SDM-OFDM system by a 5GHz bandwidth, a radio data transmission system and wireless data transceiving equipment provided with compatibility with radio communications systems, such as conventional ARIB-STD T-71 and IEEE802.11a, are provided. In the radio data transmission system of this invention, even if the transceiving equipment of an SDM-OFDM system and the transmission and reception system by the conventional system are intermingled, Since it can constitute so that the transceiving equipment of another side may not

start transmission while one transceiving equipment communicates, it becomes possible to provide the stable communications system.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing roughly the composition of the sending set used in the radio data transmission system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a flow chart which shows the flow of the send action of the space division multiple control data in the sending set shown in drawing 1.

[Drawing 3]It is a block diagram showing roughly the composition of the receiving set used in the radio data transmission system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 4]It is a flow chart which shows the flow of the receiving operation of the space division multiple control data in the receiving set shown in drawing 3.

[Drawing 5]It is a figure showing roughly the composition of the radio data transmission system concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 6]It is a figure showing roughly the composition of the packet transmitted and received in the radio data transmission system shown in drawing 5.

[Drawing 7]It is a flow chart which shows the flow of the processing at the time of performing receiving operation in the transceiving equipment A and B shown in drawing 5.

[Drawing 8]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 4th embodiment of this invention.

[Drawing 9]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 5th embodiment of this invention.

[Drawing 10]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 6th embodiment of this invention.

[Drawing 11]It is a figure showing the output wave of the correlation value of the signal concerned computed from the preamble signal of each packet shown in drawing 10.

[Drawing 12]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 7th embodiment of this invention.

[Drawing 13]It is a figure showing roughly the example of 1 composition of the radio communications system using SDM in conventional technology.

[Drawing 14]It is a figure showing the example of the packet format of the preamble for propagation way measurement transmitted from antenna TxAnt\_A and TxAnt\_B of a sending set which are shown in drawing 13.

[Drawing 15]It is a figure showing roughly the composition of the communication packet used in the OFDM wireless communication system using a 5GHz bandwidth.

[Drawing 16]It is a figure showing the composition of the data contained in the signal field (SF) of the communication packet shown in drawing 15.

[Drawing 17]In the receiving set by ARIB-STD T-71 specification, it is a flow chart which shows the flow of the processing which receives a radio transmitted wave, and to which it restores.

[Explanations of letters or numerals]

101 Send data generation part

102 Space division multiple control data generating section

103 Transmission-control circuit

104A, a 104B OFDM signal generating part

105A, a 105B RF section

106A and 106B Antenna

301A and 301B Antenna

302A, a 302B RF section

303A, a 303B OFDM signal receive circuit

304 Space division multiple control data analysis circuit

305 Reception-control circuit

306 SDM treating part

307 Received-data treating part

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing roughly the composition of the sending set used in the radio data transmission system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a flow chart which shows the flow of the send action of the space division multiple control data in the sending set shown in drawing 1.

[Drawing 3]It is a block diagram showing roughly the composition of the receiving set used in the radio data transmission system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 4]It is a flow chart which shows the flow of the receiving operation of the space division multiple control data in the receiving set shown in drawing 3.

[Drawing 5]It is a figure showing roughly the composition of the radio data transmission system concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 6]It is a figure showing roughly the composition of the packet transmitted and received in the radio data transmission system shown in drawing 5.

[Drawing 7]It is a flow chart which shows the flow of the processing at the time of performing receiving operation in the transceiving equipment A and B shown in drawing 5.

[Drawing 8]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 4th embodiment of this invention.

[Drawing 9]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 5th embodiment of this invention.

[Drawing 10]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 6th embodiment of this invention.

[Drawing 11]It is a figure showing the output wave of the correlation value of the signal concerned computed from the preamble signal of each packet shown in drawing 10.

[Drawing 12]It is a figure showing roughly the packet composition of the data of the SDM-OFDM system transmitted and received in the radio data transmission system concerning a 7th embodiment of this invention.

[Drawing 13]It is a figure showing roughly the example of 1 composition of the radio communications system using SDM in conventional technology.

[Drawing 14]It is a figure showing the example of the packet format of the preamble for propagation way measurement transmitted from antenna TxAnt\_A and TxAnt\_B of a sending set which are shown in drawing 13.

[Drawing 15]It is a figure showing roughly the composition of the communication packet used in the OFDM wireless communication system using a 5GHz bandwidth.

[Drawing 16]It is a figure showing the composition of the data contained in the signal field (SF) of the communication packet shown in drawing 15.

[Drawing 17]In the receiving set by ARIB-STD T-71 specification, it is a flow chart which shows the flow of the processing which receives a radio transmitted wave, and to which it restores.

[Explanations of letters or numerals]

101 Send data generation part

102 Space division multiple control data generating section

103 Transmission-control circuit  
 104A, a 104B OFDM signal generating part  
 105A, a 105B RF section  
 106A and 106B Antenna  
 301A and 301B Antenna  
 302A, a 302B RF section  
 303A, a 303B OFDM signal receive circuit  
 304 Space division multiple control data analysis circuit  
 305 Reception-control circuit  
 306 SDM treating part  
 307 Received-data treating part

[Translation done.]

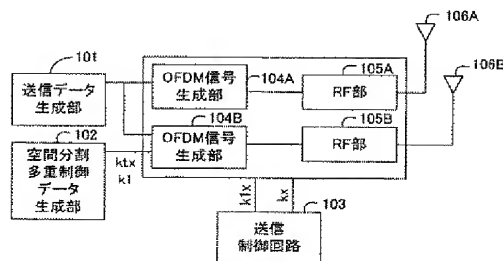
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any  
 damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

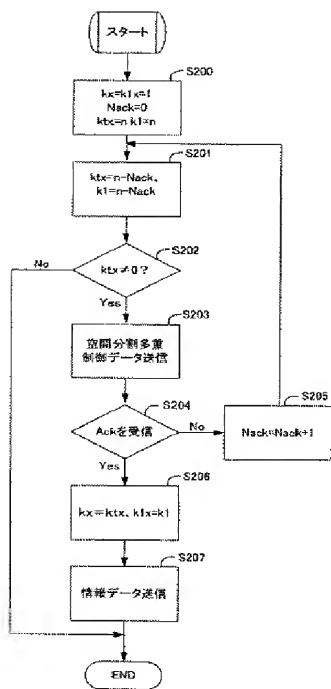
## DRAWINGS

[Drawing 1]



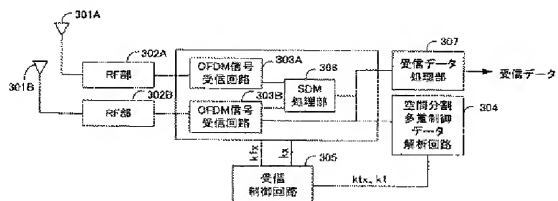
送信装置の簡易ブロック図

[Drawing 2]



送信機の処理フロー

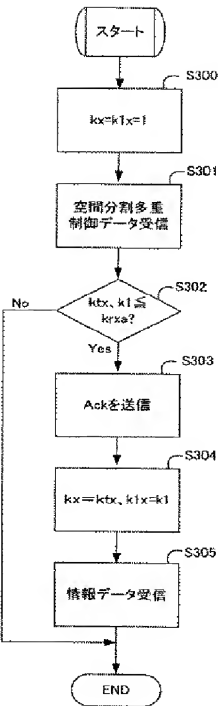
[Drawing 3]



通信装置の構成ブロック図

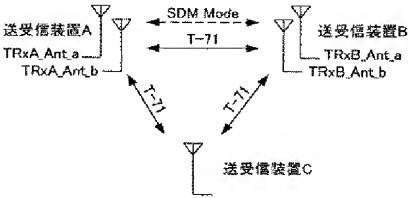
[Drawing 4]





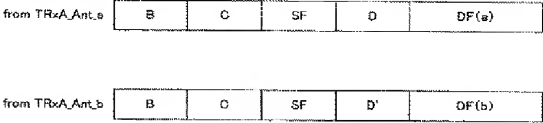
受信機の処理フロー

[Drawing 5]



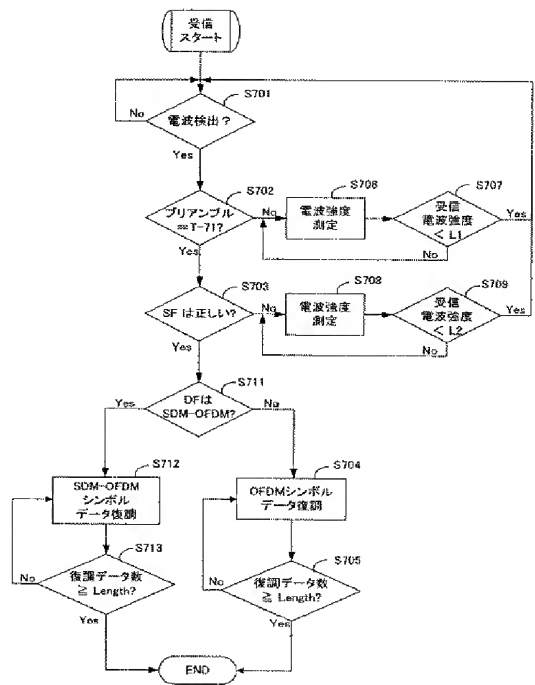
実施例 2 における端末の構成図

[Drawing 6]



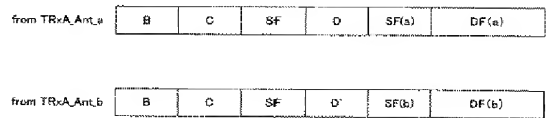
実施例 2、3 におけるパケット構成の 1 例

[Drawing 7]



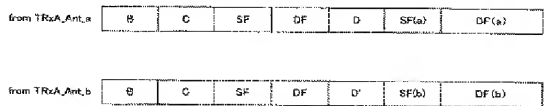
実施例 2、3 における受信装置の処理フロー

[Drawing 8]



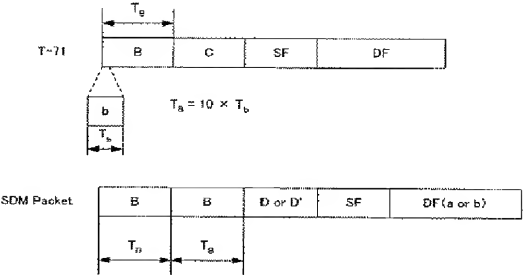
実施例 4 におけるパケット構成の 1 例

[Drawing 9]



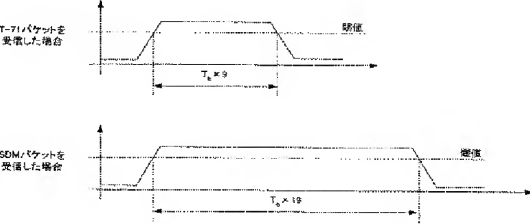
実施例 5 におけるパケット構成の 1 例

[Drawing 10]



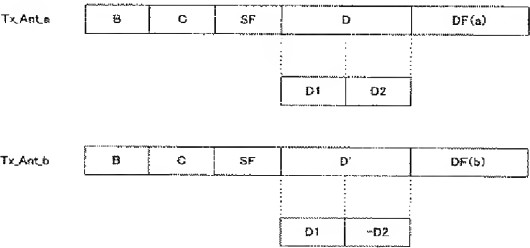
ARIB-STD T71 仕様のプリアンプルと実施例 6 におけるパケット構成の 1 例

[Drawing 11]



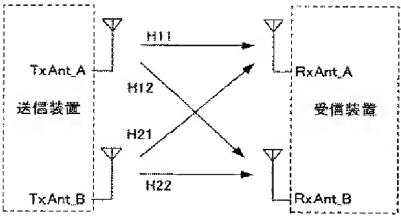
実施例 6 におけるプリアンプルを受信した時の相関器の出力波形イメージ

[Drawing 12]



実施例 7 におけるパケット構成の 1 例

[Drawing 13]



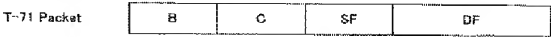
従来例におけるシステム概念図

[Drawing 14]



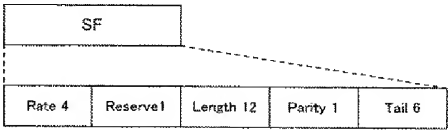
従来例におけるパケットフォーマット

[Drawing 15]



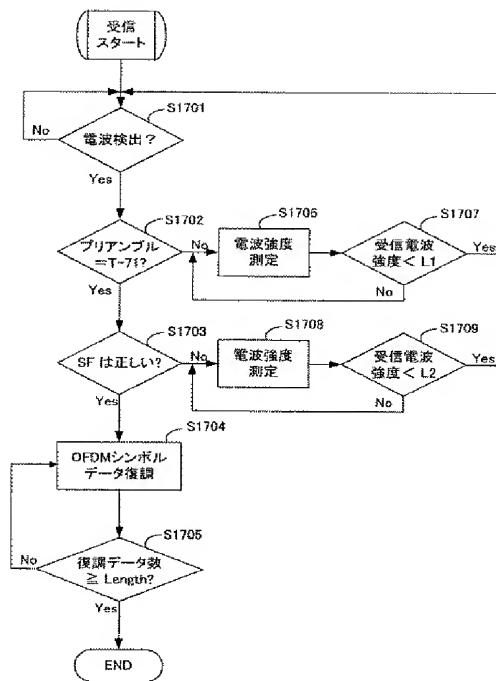
ARIB-STD T-71 仕様のパケット構成

[Drawing 16]



ARIB-STD T-71 仕様のパケットにおけるシグナルフィールドの詳細

[Drawing 17]



ARIB STD T-71 仕様における一般的な受信装置の処理フロー

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-297172

(P2004-297172A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004. 10. 21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 J 15/00	H 0 4 J 15/00	5 K O 2 2
H 0 4 B 7/26	H 0 4 B 7/26	5 K O 6 7
	C	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2003-83429 (P2003-83429)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成15年3月25日 (2003. 3. 25)		シャープ株式会社
		(74) 代理人	100091096
			弁理士 平木 祐輔
		(72) 発明者	浜口 泰弘
			大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	今村 公彦
			大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	中嶋 大一郎
			大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

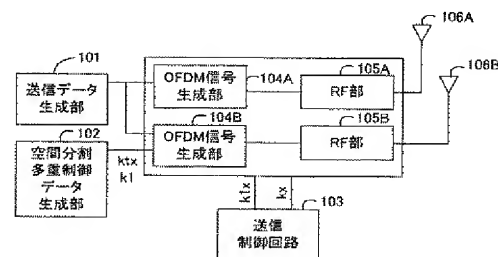
(54) 【発明の名称】 無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置

## (57) 【要約】

【課題】 S D Mを利用した無線データ伝送システムであって、従来の無線通信システムとのコンパチビリティを備えた無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置を提供する。

【解決手段】 送信装置及び受信装置を含む無線データ伝送システムにおいて、送信装置は、受信装置に対してデータ送信を開始するときに、送信に使用可能なアンテナの最大数と使用可能なデータ系列の最大数を前記空間分割多重制御データに含めて送信し、前記受信装置から、前記送信アンテナ数及びデータ系列数により受信が可能でないとの判別結果を受信した場合には、前記送信アンテナ数及びデータ系列数のそれぞれを減じたものを前記空間分割多重制御データに含めて送信することとを特徴とする無線データ伝送システム。

【選択図】 図 1



送信装置の簡易ブロック図

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

2 以上のアンテナを備え、1 系列以上のデータを同一の周波数チャンネルを用いて空間分割多重して無線送信する送信装置であって、  
前記 2 以上のアンテナのうち送信に用いるアンテナ数と送信するデータの系列数とを含む空間分割多重制御データを生成し、該空間分割多重制御データを少なくとも 1 系列のデータに含めて送信する手段を備えた送信装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の送信装置から無線送信されたデータを受信可能な受信装置であって、  
受信したデータに含まれる前記空間分割多重制御データから、前記送信装置が送信に用い  
るアンテナ数及び送信するデータの系列数を取得し、該送信アンテナ数及びデータ系列数  
によりデータを受信可能かどうか判別し、判別結果を前記送信装置に送信する手段を備え  
た受信装置。 10

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の送信装置と、請求項 2 に記載の受信装置とを、それぞれ 1 以上含んで構成される無線データ伝送システム。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の無線データ伝送システムにおいて、  
前記送信装置は、受信装置に対してデータ送信を開始するときに、送信に使用可能なアン  
テナの最大数と使用可能なデータ系列の最大数を前記空間分割多重制御データに含めて送  
信し、前記受信装置から、前記送信アンテナ数及びデータ系列数により受信が可能でない  
との判別結果を受信した場合には、前記送信アンテナ数及びデータ系列数のそれぞれを減  
じたものを前記空間分割多重制御データに含めて送信することを特徴とする無線データ伝  
送システム。 20

**【請求項 5】**

前記送信装置は、送信データを OFDM 方式で変調して送信する手段を備えており、  
前記受信装置は、受信データを OFDM 方式で復調する手段を備えていることを特徴とす  
る請求項 3 に記載の無線データ伝送システム。

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載の送信装置と、請求項 2 に記載の受信装置とを備え、無線データの送信及  
び受信が可能であることを特徴とする無線データ送受信装置。 30

**【請求項 7】**

請求項 3 に記載の無線データ伝送システムにおいて、  
前記送信装置及び受信装置は、前記空間分割多重した送信データに、A R I B S T D -  
T 7 1 方式のプリアンプルを付加したデータパケットとして送信することを特徴とする無  
線データ伝送システム。

**【請求項 8】**

請求項 3 に記載の無線データ伝送システムにおいて、  
前記送信装置及び受信装置は、前記空間分割多重した送信データに、I E E E 8 0 2 . 1  
1 a 方式のプリアンプルを付加したデータパケットとして送信することを特徴とする無線  
データ伝送システム。 40

**【請求項 9】**

前記送信装置は、前記データパケットのプリアンプルに含まれるシグナルフィールドに、  
前記空間分割多重した送信データの変調方式を示すデータを含んで送信し、  
前記受信装置は、前記シグナルフィールドに示された変調方式により受信データを復調す  
ることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の無線データ伝送システム。

**【請求項 10】**

前記送信装置は、さらに、前記データパケットのプリアンプルに含まれるシグナルフィー  
ルドに、送信データが空間分割多重方式によるデータであるかどうかを示すデータを含ん  
で送信することを特徴とする請求項 9 に記載の無線データ伝送システム。 50

## 【請求項 11】

前記送信装置は、さらに、前記データパケットのプリアンブルに含まれるシグナルフィールドに、送信データのデータ長を示すデータを含んで送信することを特徴とする請求項9に記載の無線データ伝送システム。

## 【請求項 12】

前記送信装置は、さらに、前記送信データの変調方式及びデータ長を示すデータを含んだシグナルフィールドを、前記送信データの先頭に付加して送信することを特徴とする請求項9から11のいずれか1項に記載の無線データ伝送システム。

## 【請求項 13】

前記送信装置は、さらに、送信データのMAC制御情報を、前記ARIB STD-T7 10  
1方式又はIEEE 802.11a方式のデータパケットのデータフィールドに含めて送信することを特徴とする請求項12に記載の無線データ伝送システム。

## 【請求項 14】

前記送信装置は、前記データパケットに含まれるプリアンブルの一部分のデータ長を、送信データの変調方式により変化させて送信し、  
前記受信装置は、前記プリアンブルの一部分のデータ長により、受信データの変調方式を識別し、該変調方式により受信データを復調することを特徴とする請求項7又は8に記載の無線データ伝送システム。

## 【請求項 15】

前記送信装置は、前記データパケット中の送信データの先頭に付加される伝播路推定用プリアンブルに、該送信データの変調方式を示すデータを含めて送信し、  
前記受信装置は、前記伝播路推定用プリアンブルにより示された変調方式により受信データを復調することを特徴とする請求項7又は8に記載の無線データ伝送システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、5GHz帯を使用した無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置に関し、特に、伝送データを分割多重してデータ伝送を高速化した無線データ伝送システム、並びにこれを実現するための無線データ送信装置及び受信装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、5GHz帯を使用した免許不要の小電力無線通信システムが複数提案され、規格化されている。例えば、ARIB（電波産業会）のHiSWAN（High Speed Wireless Access System）規格では、5GHz帯において主に屋内向けの無線通信システムを提供する。

## 【0003】

また、IEEE（米国電気電子学会）による無線LAN規格の一つであるIEEE 802.11aでは、5.2GHz周辺の周波数帯域を使用し、変調方式にはOFDM方式、MAC層にはCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）方式を採用しており、伝送速度は36～54Mbpsの高速無線通信が可能な無線通信システムを提供している。

## 【0004】

しかしながら、このような小電力無線通信システムに許可されている5.15GHz～5.25GHz帯には、周波数帯域20MHz（占有信号周波数帯域は18MHz）のチャンネルが4つしかなく、無線通信システムとしてのスループットを向上させることは難しいと言われている。

## 【0005】

このような状況下、伝送速度を向上させる技術として、SDM（Space Division Multiplexing：空間分割多重）という技術が提案されている。SDMを利用した無線通信システムでは、送信装置は複数のアンテナを用いて異なるデータを



同時に同一の周波数帯で送信し、受信装置はこれらの多重された信号を受信し分離することを特徴とする。

#### 【0006】

このようなSDMを利用した無線通信システムの一例について簡単に説明する。本例では、送信装置及び受信装置ともに2つのアンテナを備えており、送受信されるデータ系列も2つであるものとする。また、データの変調方式はどのようなものでも可能であるが、ここでは5GHz帯で仕様化が決められているOFDM変調方式を利用するものとする。

#### 【0007】

図13は、本例における無線通信システムの構成を概略的に示す図である。図13において、本無線通信システムの送信装置は2本のアンテナTxAnt\_\_A及びTxAnt\_\_Bを備えており、受信装置もまた2本のアンテナRxAnt\_\_A及びRxAnt\_\_Bを備えている。 10

#### 【0008】

送信装置から受信装置にデータを伝送する際には、送信装置は2つに分割したデータTx(A)及びTx(B)のそれぞれを、アンテナTxAnt\_\_A及びTxAnt\_\_Bから同時に同一の周波数帯で送信する。

#### 【0009】

アンテナTxAnt\_\_Aから送信されたデータTx(A)は、伝播路H11及びH12を通り、それぞれ受信装置のアンテナRxAnt\_\_A及びRxAnt\_\_Bで受信される。同様に、アンテナTxAnt\_\_Bから送信されたデータTx(B)は、伝播路H21及びH22を通り、それぞれ受信装置のアンテナRxAnt\_\_A及びRxAnt\_\_Bで受信される。 20

#### 【0010】

受信装置のアンテナRxAnt\_\_Aでは、伝播路H11及びH21からの受信データを、合成された受信データRx(A)として受信する。同様に、アンテナRxAnt\_\_Bでは、伝播路H12及びH22からの受信データを、合成された受信データRx(B)として受信する。

#### 【0011】

ここで、受信装置の各アンテナにおける受信データRx(A)及びRx(B)を、伝播路H11、H12、H21及びH22と、送信装置の各アンテナにおける送信データTx(A)及びTx(B)とを用いて、以下の行列式(1)により表わすことができる。 30

#### 【0012】

【数1】

$$\begin{bmatrix} Rx(A) \\ Rx(B) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H11 & H21 \\ H12 & H22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Tx(A) \\ Tx(B) \end{bmatrix} \dots (1)$$

#### 【0013】

受信装置において、伝播路H11～H22が予め分かっている場合には、受信データRx(A)及びRx(B)から送信データTx(A)及びTx(B)が求められる。H11～H22で示される行列式をH(以下、「伝播路行列」と呼ぶ)とし、その逆行列を $H^{-1}$ とすると、送信データTx(A)及びTx(B)は、以下の行列式(2)により表わすことができる。 40

#### 【0014】

【数2】

$$\begin{bmatrix} Tx(A) \\ Tx(B) \end{bmatrix} = H^{-1} \begin{bmatrix} Rx(A) \\ Rx(B) \end{bmatrix} \dots (2)$$

#### 【0015】

伝播路行列  $H$  は通信環境によって変化するので、データ伝送を行うに先立ち、送信装置から既知のデータを受信装置に伝送することにより伝播路行列  $H$  を求めるようにするのが一般的である。この既知のデータを伝播路測定用プリアンブルという。

【0016】

例えば、伝播路測定用プリアンブルとして、送信装置のアンテナ  $TxAnt\_A$  から  $a$ 、 $a$  というデータを、アンテナ  $TxAnt\_B$  から  $a$ 、 $-a$  というデータを、バーストの先頭に含めて送信した場合を考える。図14は、この伝播路測定用プリアンブルの送信時のパケットフォーマットの例を示す図である。送信装置の各アンテナから送信された伝播路測定用プリアンブルは、伝播路  $H$  を通って重畳され、受信装置の各アンテナ  $RxAnt\_A$  及び  $RxAnt\_B$  により受信される。

10

【0017】

このとき、受信装置のアンテナ  $RxAnt\_A$  で受信されたデータを  $r1$ 、 $r2$  とし、アンテナ  $RxAnt\_B$  で受信されたデータを  $r3$ 、 $r4$  とすると、次の行列式が成立する。

【0018】

【数3】

$$\begin{bmatrix} r1 & r2 \\ r3 & r4 \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} a & a \\ a & -a \end{bmatrix} \dots (3)$$

20

【0019】

上式において、 $r1 \sim r4$  は受信装置における受信データであり、 $a$  及び  $-a$  は予め既知のパイロット信号であるので、(3)式を変形して、伝播路行列  $H$  は次の式で表されることになる。

【0020】

【数4】

$$H = \frac{-1}{2a^2} \begin{bmatrix} -a & -a \\ -a & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r1 & r2 \\ r3 & r4 \end{bmatrix} \dots (4)$$

30

【0021】

但し、本例における無線通信システムでは、OFDM変調方式を採用しているため、OFDMの各サブキャリアについて(4)式で示す伝播路行列  $H$  を求められなければならない。

【0022】

次に、既に仕様が確定している5GHz帯を利用したOFDM無線通信方式について簡単に説明する。この方式は、ARIB-STDT-71に規定されているCSMA/CA方式であり、使用する周波数帯域を含めた各国での法規制を除いては、IEEE802.11aと同じ仕様となっている。

【0023】

40

図15は、このOFDM無線通信方式において使用する通信パケットの構成を概略的に示す図である。図15において、通信パケットは、プリアンブル信号を含んだB領域及びC領域と、SFで示されるシグナルフィールドと、DFで示されるデータフィールドとから構成されている。

【0024】

プリアンブル信号は送信装置及び受信装置間で既知のデータであるが、B領域及びC領域に含まれるプリアンブル信号を受信装置においてどのように使用するかについては、仕様書では特に規定されていない。通常、B領域は0.8μsのデータの繰り返し(0.8μs×10個)になっており、AGC制御、粗い周波数オフセット推定、シンボル同期等のデータ伝送に使用される。また、C領域は伝播路推定、細かい周波数オフセット推定等の

50

データ伝送に使用される。

#### 【0025】

図16は、シグナルフィールド(SF)に含まれるデータの構成を示す図である。SFは24ビットのデータで構成されており、以下に続くデータフィールド(DF)の変調レートが4ビット分、データフィールドの長さ(バイト長)が12ビット分、リザーブが1ビット分、シグナルフィールド(SF)用のパリティビットが1ビット分、シグナルフィールド(SF)用の誤り訂正テールビットが6ビット分含まれている。

#### 【0026】

図17は、ARIB-STD T-71仕様(以下、単に「T-71」と略記する)による受信装置において、上記の無線伝送波を受信し復調する処理の流れを示すフローチャートである。

受信装置は電波を検出すると(ステップS1701)、プリアンプルを取得し、その電波がT-71フォーマットの電波か否かを判定する(ステップS1702)。受信電波がT-71の電波である場合には、シグナルフィールド(SF)を復調し、パリティビット等に基づいてシグナルフィールド(SF)が正しいかどうかを判定する(ステップS1703)。

#### 【0027】

シグナルフィールド(SF)が正しい場合には、さらに、そこに含まれているデータフィールド(DF)の変調レートに基づいて後続のデータフィールド(DF)を復調する(ステップS1704)。受信装置は、シグナルフィールド(SF)に含まれるデータフィールド(DF)のデータ長(Length)に達するまで、受信したOFDMシンボルデータの復調を継続する(ステップS1705)。

#### 【0028】

一方で、上記ステップS1702において、受信した電波がT-71フォーマットの電波ではないと判定した場合には、受信電波の電波強度を測定し(ステップS1706)、この電波強度と予め設定された閾値L1との大小を比較する(ステップS1707)。受信電波強度が閾値L1以上である場合には、伝送キャリアが使用中であると判断して、受信電波強度が閾値L1より小さくなるまで待機する。

#### 【0029】

また、上記ステップS1703において、T-71フォーマットの電波を受信したが、そのシグナルフィールド(SF)に誤りがあると判定した場合には、受信電波の強度を測定し(ステップS1708)、この電波強度と予め設定された閾値L2との大小を比較する(ステップS1709)。受信電波強度が閾値L2以上である場合には、伝送キャリアが使用中であると判断して、受信電波強度が閾値L2より小さくなるまで待機する。

#### 【0030】

上記ステップS1707及びS1709において、受信電波強度が閾値L1又はL2より小さくなるまで他の処理を行わないようにしているのは、受信装置が伝送キャリア使用中に送信動作をおこさないよう保護するためである。T-71ではCSMA/CA方式をとっているため、無線伝送データ同士の衝突を回避する必要があるからである。また、受信装置では、ステップS1701～S1709の処理を行っている間は、送信動作を行うことができないようになっているものとする。

#### 【0031】

また、予め設定された閾値L1及びL2は異なる値であり、 $L1 > L2$ となるよう設定しているものとする。同じ通信システムの電波に対してより安全性を高めるために、L2の値はL1より低いものとしている。

#### 【0032】

尚、ARIB-STD T-71、IEEE 802.11aに用いられるMAC層の仕様は、IEEE 802.11に記載されている。上記したように、T-71により送信を行うためには伝送キャリアが使用されていないと判断しなければならないが、このような物理的なキャリアの使用状況判断の他に、論理的にも使用されていないことを確認する必要

がある。IEEE 802.11では、各パケットのヘッダにそのパケット通信における一連の動作に必要な時間と示されている。したがって、T-71により送信を行おうとする装置は、その論理的な予約状況も確認して、送信を行う必要がある。

【特許文献1】

特開2002-374224号公報

【0033】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したようにSDM方式を使用すると、同じ周波数帯でアンテナの本数に応じて送受信するデータ系列の数を増やすことが可能となるので、SDM方式を用いないシステムに比べて高速大容量の通信を行うことができる。また、無線通信システムの通信容量に応じて、使用するアンテナ数と送受信データ系列の数を調整することにより、電波資源を効率的に使用することができる。

10

【0034】

一方で、従来の無線通信システムにおいては、1周波数帯域で送受信するデータ系列は1つのみである。このため、通信を開始するときには、送信装置が特定の周波数帯域において無線電波を発信するとともに、受信装置が特定の周波数帯域における無線電波を受信し、これをデータに復調することにより通信が確立できていた。もちろん、送信装置及び受信装置において、通信の品質を改善するために複数のアンテナを使用することはあったが、これはダイバシティによるゲインを得るためだけのものであり、送信装置及び受信装置ともに、使用アンテナ本数を認知している必要はなかった。

20

【0035】

ところが、SDMを利用した無線通信システムにおいては、送信装置及び受信装置において複数のアンテナを使用することにより、1周波数帯域で複数のデータ系列の送受信が可能となり、理論上は少なくとも送信アンテナ本数分のデータ系列を多重して送受信することが可能である。したがって、受信装置では、送信装置から送信されるデータの種類と送信に使用された送信アンテナ数を検出することが必要となる。本発明は、これ可能にするような無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置を提供しようとするものである。

【0036】

さらに、上記のSDM-OFDM方式を5GHz帯で使用するためには、従来から存在するARIB STD T-71やIEEE 802.11a等の無線通信システムとコンパチビリティがあることが望ましい。しかしながら、SDM-OFDM方式の無線通信システムと、従来の無線通信システムとの共存を可能にするようなシステム構成は未だ提案されていない。

30

【0037】

したがって、本発明はまた、SDMを利用した無線データ伝送システムであって、従来の無線通信システムとのコンパチビリティを備えた無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置を提供しようとするものである。

【0038】

【課題を解決するための手段】

上記解決課題に鑑みて鋭意研究の結果、本発明者は、以下のような構成を有する無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置に想到した。

40

すなわち、本発明は、2以上のアンテナを備え、1系列以上のデータを同一の周波数チャネルを用いて空間分割多重して無線送信する送信装置であって、前記2以上のアンテナのうち送信に用いるアンテナ数と送信するデータの系列数とを含む空間分割多重制御データを生成し、該空間分割多重制御データを少なくとも1系列のデータに含めて送信する手段を備えた送信装置を提供するものである。

【0039】

本発明は、また、上記の送信装置から無線送信されたデータを受信可能な受信装置であって、受信したデータに含まれる前記空間分割多重制御データから、前記送信装置が送信に

50

用いるアンテナ数及び送信するデータの系列数を取得し、該送信アンテナ数及びデータ系列数によりデータを受信可能かどうか判別し、判別結果を前記送信装置に送信する手段を備えた受信装置を提供するものである。

【0040】

これら本発明の送信装置及び受信装置によれば、空間分割多重を用いた無線データ伝送において、送信装置及び受信装置で利用可能なアンテナ数及びデータ系列数を通知しあうことにより、空間分割多重による効果を最大限にし、データ伝送レートを向上させることが可能となる。

本発明は、また、上記の送信装置と受信装置とをそれぞれ1以上含んで構成される無線データ伝送システムを提供するものである。

10

【0041】

上記本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、受信装置に対してデータ送信を開始するときに、送信に使用可能なアンテナの最大数と使用可能なデータ系列の最大数を前記空間分割多重制御データに含めて送信し、前記受信装置から、前記送信アンテナ数及びデータ系列数により受信が可能でないとの判別結果を受信した場合には、前記送信アンテナ数及びデータ系列数のそれぞれを減じたものを前記空間分割多重制御データに含めて送信することの特徴とする。

【0042】

送信装置は、受信装置から受信可能との判別結果を受信するまで、送信アンテナ数及びデータ系列数を減じながら送信し続けることにより、受信装置において受信可能な最大限の送信アンテナ数及びデータ系列数を検知することができる。

20

【0043】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、送信データをOFDM方式で変調して送信する手段を備えており、前記受信装置は、受信データをOFDM方式で復調する手段を備えていることを特徴とする。

本発明の無線データ伝送システムは、典型的にはOFDM変調した送信信号をさらに空間分割多重(SDM)し、複数のアンテナ及びデータ系列を用いて送信するSDM-OFDM方式を採用する。

【0044】

本発明は、また、上記の送信装置と受信装置とを備え、無線データの送信及び受信が可能な無線データ送受信装置を提供するものである。

30

また、上記本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置及び受信装置は、前記空間分割多重した送信データに、ARIB STD-T71方式又はIEEE 802.11a方式のプリアンプルを付加したデータパケットとして送信することの特徴とする。

【0045】

これら従来の無線通信方式は、本発明の空間分割多重による無線通信方式と同一の周波数帯を利用するものであるから、本発明のシステムにおけるデータパケットにこれらと共通するプリアンプルを付加することにより、従来の無線通信方式と高いコンパチビリティを有する無線データ伝送システムを構築することが可能となる。

【0046】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、前記データパケットのプリアンプルに含まれるシグナルフィールドに、前記空間分割多重した送信データの変調方式を示すデータを含んで送信し、前記受信装置は、前記シグナルフィールドに示された変調方式により受信データを復調することの特徴とする。

40

【0047】

これにより、本発明の送受信装置は、受信したパケットデータが本発明の空間分割多重方式により伝送されているものであるか、従来の無線通信方式により伝送されているものであるかを、パケットのシグナルフィールドから判別することが可能となり、いずれの方式のパケットであっても同様の動作で受信処理することが可能となる。

【0048】

50

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、さらに、前記データパケットのプリアンプルに含まれるシグナルフィールドに、送信データが空間分割多重方式によるデータであるかどうかを示すデータを含んで送信することの特徴とする。

【0049】

これにより、従来の無線通信方式による送受信装置において本発明の空間分割多重方式によるデータパケットを受信した場合であっても、その通信方式のパケットであることをシグナルフィールドから判別することが可能となる。当該送受信装置で復調できないデータがパケットに含まれていると判断した場合には、そのパケットを破棄すればよい。

【0050】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、さらに、前記データパケットのプリアンプルに含まれるシグナルフィールドに、送信データのデータ長を示すデータを含んで送信することの特徴とする。

【0051】

このようなデータパケットを受信した送受信装置は、プリアンプルの後に続くデータフィールドのデータ長を正確に認識することができる。特に、従来の無線通信方式による送受信装置において本発明の空間分割多重方式によるデータパケットを受信した場合には、後に続くデータフィールドを復調できなくとも、そのデータ長を正確に認識することができるので、当該データの伝送が完了するのを待って次の送受信動作を行うことができる。

【0052】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、さらに、前記送信データの変調方式及びデータ長を示すデータを含んだシグナルフィールドを、前記送信データの先頭に付加して送信することの特徴とする。

【0053】

これにより、上記のように従来の無線通信方式によるデータパケットのプリアンプルにおいて前記送信データの変調方式及びデータ長を示すデータを含めて送信する場合とは異なり、各データ系列で同一のデータの変調方式及びデータ長を用いる必要がなくなる。このため、より多様な形態のデータ伝送を行うことが可能となる。

【0054】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、さらに、送信データのMAC制御情報を、前記ARIB STD-T71方式又はIEEE 802.11a方式のデータパケットのデータフィールドに含めて送信することの特徴とする。

【0055】

送信データのMAC制御情報には、伝送キャリアの論理的な使用状況を示すデータが含まれており、上記の構成によれば、従来のARIB STD-T71方式又はIEEE 802.11a方式の送受信装置においても、このMAC制御情報を取得することが可能となり、より信頼性の高い無線データ伝送システムを構築することが可能となる。

【0056】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、前記データパケットに含まれるプリアンプルの一部分のデータ長を、送信データの変調方式により変化させて送信し、前記受信装置は、前記プリアンプルの一部分のデータ長により、受信データの変調方式を識別し、該変調方式により受信データを復調することの特徴とする。

【0057】

本発明の無線データ伝送システムにおいて、前記送信装置は、前記データパケット中の送信データの先頭に付加される伝播路推定用プリアンプルに、該送信データの変調方式を示すデータを含めて送信し、前記受信装置は、前記伝播路推定用プリアンプルにより示された変調方式により受信データを復調することの特徴とする。

これらの方法によれば、従来の方式で既に規定されているプリアンプルのデータを改変することなく、送信データの変調方式を示すデータをプリアンプルに含めることが可能となる。

【0058】

**【発明の実施の形態】**

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1～図12は、本発明の各実施形態を例示する図であり、これらの図において、同一の符号を付した部分は同一物を表わし、これらの基本的な構成及び動作は同様であるものとする。また、以下の各実施形態においては、送受信装置が持つアンテナ数 $n$ は2とし、送受信するデータ系列の数も2としている。また、変調方式は従来の技術で挙げた例と同様にOFDM方式によるものとする。

**【0059】****〔第1実施形態〕**

以下に、本発明の第1実施形態にかかる無線データ伝送システムについて、送信装置にお 10  
ける構成及び動作と、受信装置における構成及び動作とに分けて順に説明する。

**【0060】**

図1は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて用いる送信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

図1において、本実施形態の送信装置は、送信データ生成部101と、空間分割多重制御データ生成部102と、送信制御回路103と、OFDM信号生成部104A及び104Bと、RF部105A及び105Bと、アンテナ106A及び106Bとから構成されている。

**【0061】**

送信データ生成部101は、送信データを生成し、OFDM信号生成部104A及び10 20  
4Bに出力するものであり、上位層（ここでは図示しない）から送信すべき情報データを受け取り、誤り訂正等の処理を行いOFDMフォーマットで伝送できるような信号を生成する回路を備えている。

**【0062】**

空間分割多重制御データ生成部102は、空間分割多重（SDM）方式による通信において使用する送信アンテナ数 $k_t x$ 及びデータ系列数 $k_1$ を、空間分割多重制御データとしてOFDM信号生成部104Bに出力する。空間分割多重制御データ生成部102もまた、送信データ生成部101と同様に、上位層から送信アンテナ数 $k_t x$ 及びデータ系列数 $k_1$ を受け取り、これらの値に必要な処理を施し、OFDM信号フォーマットで伝送可能な信号として出力する回路を備えている。尚、本実施形態では、送信アンテナ数 $k_t x$  30  
及びデータ系列数 $k_1$ はともに、1又は2の値を取るようになる。

**【0063】**

送信制御回路103は、送信装置が実際に使用するアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_1$   $x$ を示すデータを生成し出力する。このアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_1 x$ は、上記 $k_t x$ 及び $k_1$ と同様に上位層から指示される値であり、本実施形態では、これらは1又は2の値を取るようになる。

**【0064】**

OFDM信号生成部104A及び104Bは、それぞれ、送信データ生成部101から受信した送信信号をOFDM信号に変調して、RF部105A及び105Bに出力する。また、OFDM信号生成部104Bでは、空間分割多重制御データ生成部102から受信した空間分割多重制御データを送信信号に多重化する。 40

**【0065】**

RF部105A及び105Bは、OFDM信号生成部104A及び104Bにおいて変調された信号を実際に無線通信で用いる周波数に変換し、それぞれアンテナ106A及び106Bに出力する。アンテナ106A及び106Bはこれらの信号を無線送信する。

**【0066】**

上記のように構成された本実施形態の送信装置によりデータ送信を行う動作について説明する。

まず、SDM方式を用いて通信を行う場合は、送信に用いるアンテナ数及びデータ系列数を予め受信装置に通知しておく必要がある。したがって、本実施形態の送信装置において 50

無線通信を行うに先立って、まず、空間分割多重制御データ生成部102で生成する空間分割多重制御データ、すなわち、送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ を受信装置に送信しなければならない。

#### 【0067】

この空間分割多重制御データの送信にあたっては、受信装置側での状況が未知であるから、 $k_{tx} = k_1 = 2$ （それぞれの最大値）として送信を行う。この場合、送信装置では、空間分割多重制御データ生成部102、OFDM信号生成部104B、RF部105B及びアンテナ106Bを使用して、空間分割多重制御データを受信装置に送信することになる。

#### 【0068】

しかしながら、無線データ伝送システムを構成する各装置の状況が既に分かっている場合には、必ずしも $k_{tx}$ 及び $k_1$ に最大値を設定して送信する必要はなく、そのシステムにおいて受信可能なアンテナ数及びデータ系列数で送信すればよい。

#### 【0069】

後述するように、上記の空間分割多重制御データを受信した受信装置は、当該制御データに含まれるアンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ での通信が可能であるかどうかを判定する。受信装置は、上記制御データを受信したのと同じデータ系列により、アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ で通信可能である場合にはAck (Acknowledge: その条件により通信可能であることを意味する)を、通信不可能であればNack (Non-Acknowledge: その条件では通信不可能であることを意味する)を、返信データとして送信装置に送信する。

#### 【0070】

送信装置は、返信データとしてAckを受信した場合には、上記制御データにより送信したアンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ で通信を行い、Nackを受信した場合には、アンテナ数及びデータ系列数をより低い値に変更して、再び制御データを送信する。これを繰り返すことにより、アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ の値が受信装置が受信可能な値となったときに、送信装置はAckを受信することとなる。

#### 【0071】

図2は、送信装置における空間分割多重制御データの送信動作の流れを示すフローチャートである。尚、図2に示すフローチャートでは、送信装置におけるアンテナ数及び送信データ系列数の最大値を2とはせず、任意の値として示している。また、説明を簡略化するため、送信に使用するアンテナ数とデータ系列数が同じである場合を示している。

#### 【0072】

送信を開始する前の送信装置において、送信制御回路103には、 $k_x$ 及び $k_{1x}$ の値はともに1にセットされている。また、送信装置では、空間分割多重制御データを送信したにも関わらずAckを受信できなかった回数を示すパラメータNackを記憶しており、現在Nackの値には初期値として0が設定されている。さらに、送信装置の空間分割多重制御データ生成部102では、データ送信に用いる送信アンテナ数として $k_{tx} = n$ 、データ系列数として $k_1 = n$ が設定されているものとする（ステップS200）。

#### 【0073】

まず、送信装置は、空間分割多重制御データ生成部102において設定されている送信アンテナ数 $k_{tx}$ に、 $n$ からNackの値を減じた値を代入する。また、データ系列数 $k_1$ にも、 $n$ からNackの値を減じた値を代入する（ステップS201）。ここでは、Nack=0なので、 $k_{tx} = k_1 = n$ のままである。また、この後、 $k_{tx} = 0$ であるかどうかを判定し、 $k_{tx} = 0$ であれば処理を終了する（ステップS202）。

#### 【0074】

次に、送信装置は、空間分割多重制御データ生成部102において現在設定されている送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ により、空間分割多重制御データを受信装置に送信する（ステップS203）。

#### 【0075】

10

20

30

40

50



受信装置からAckを受信した場合（ステップS204）には、送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ での通信が可能であると判断して、送信制御回路103において以降の通信に使用するアンテナ数 $k_x$ に $k_{tx}$ の値を、データ系列数 $k_1$ に $k_1$ の値を、それぞれ代入する（ステップS206）。その後、上記の条件によりデータ通信を開始することができる（ステップS207）。

#### 【0076】

受信装置からNackを受信した場合、あるいは一定時間内に返信データを受信しなかった場合（ステップS204）には、Nackの値を1増加させ（ステップS205）、ステップS201に戻る。ステップS201において、空間分割多重制御データ生成部102における送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ を再設定した後、 $k_{tx}$ が0でない限り（ステップS202）、再び、空間分割多重制御データを受信装置に送信する。

#### 【0077】

このようにして、送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ を1ずつ減じながら空間分割多重制御データを受信装置に送信し、受信装置からAckを受信した時点での送信アンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ を、以降の通信に使用するアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_1$ として設定し、データ通信を行うようになっている。ただし、受信装置からAckを受信する前に $k_{tx}=0$ となった場合（ステップS202）には、受信装置が受信不能あるいは存在しないと判断して、処理を中断する。

このように送信装置の送信動作を制御することにより、受信装置が受信可能な範囲で最大のアンテナ数及びデータ系列数を用いた通信を確立することができる。

#### 【0078】

図3は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて用いる受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

図3において、本実施形態の受信装置は、アンテナ301A及び301Bと、RF部302A及び302Bと、OFDM信号受信回路303A及び303Bと、空間分割多重制御データ解析回路304と、受信制御回路305と、SDM処理部306と、受信データ処理部307とから構成されている。

#### 【0079】

RF部302A及び302Bは、無線データ伝送により送信装置から受信したRF信号をデジタル処理できる周波数帯域に変換するRF回路を備えている。

OFDM信号受信回路303A及び303Bは、RF部302A及び302Bにおいて周波数変換された受信信号に対してOFDM復調処理を行うための回路を備えている。OFDM信号受信回路303Bは、また、受信信号に含まれる空間分割多重制御データを抽出し、空間分割多重制御データ解析回路304に出力する。

#### 【0080】

空間分割多重制御データ解析回路304は、OFDM信号受信回路303Bから受信した空間分割多重制御データを解析し、その結果を受信制御回路305に出力する。具体的には、空間分割多重制御データに含まれる $k_{tx}$ 及び $k_1$ を検出し出力するものとする。

#### 【0081】

受信制御回路305は、空間分割多重制御データ解析回路304から受信した空間分割多重制御データに基づいて、OFDM信号受信回路303A及び303BとSDM処理部306とを制御する。この制御の方法については、所定のアルゴリズムによるものであるが、後に詳しく説明する。

#### 【0082】

受信制御回路305は、また、図1に示す送信装置の送信制御回路103と同様に、受信装置においてデータ受信に使用するアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_1$ を制御する信号を出力する。

受信データ処理部307は、復調された受信信号に対し、誤り訂正などの必要な処理を施す回路を備えている。

#### 【0083】

10

20

30

40

50

本実施形態では、受信制御回路305において $k_x = k_{1x} = 1$ と設定されている場合には、アンテナ301B、RF部302B、OFDM信号受信回路303B及び受信データ処理部307により受信動作を行う。受信制御回路305において $k_x = k_{1x} = 2$ と設定されている場合には、アンテナ301A、RF部302A及びOFDM信号受信回路303Aと、アンテナ301B、RF部302B及びOFDM信号受信回路303Bとの2つのデータ系列で受信信号を処理した後、SDM処理部306においてこれら2つのデータ系列からのOFDM信号を合成して受信データ処理部307により処理を行う。尚、SDM処理部306におけるOFDM信号の合成処理は、上記従来の技術で説明したのと同様な逆行列演算回路により行うものとする。

#### 【0084】

尚、図3では、受信装置における受信アンテナ数及びデータ系列数も、送信装置と同様、2つとしているが、本実施形態はこれに限定されるものではなく、任意の数の受信アンテナ数及びデータ系列数を備えた受信装置を用いることができる。

#### 【0085】

図4は、上記受信装置における空間分割多重制御データの受信動作の流れを示すフローチャートである。尚、図4に示すフローチャートでは、受信装置において使用するアンテナ数及び送信データ系列数の最大値を2とはせず、任意の値 $k_{rxa}$ として示している。また、説明を簡略化するため、受信に使用するアンテナ数とデータ系列数が同じである場合を示している。

#### 【0086】

データ受信開始前の受信装置では、受信制御回路305において、受信に使用するアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_{1x}$ はともに1に設定されている（ステップS300）。送信装置から空間分割多重制御データを受信すると、これを空間分割多重制御データ解析回路304において解析し、データに含まれる $k_{tx}$ 及び $k_1$ の値を取得する（ステップS301）。

#### 【0087】

受信制御回路305は、 $k_{tx}$ 及び $k_1$ の値と $k_{rxa}$ の値とを比較する（ステップS302）。本例では、 $k_{tx}$ と $k_1$ の値は等しいので、 $k_1$ の値を比較に用いる。

ステップS302において、 $k_1 \leq k_{rxa}$ である場合には、 $k_{tx}$ 及び $k_1$ で示されるアンテナ数及びデータ系列数での受信が可能であることになるので、受信装置にAckを送信するとともに（ステップS303）、受信制御回路305において、受信に使用するアンテナ数 $k_x$ 及びデータ系列数 $k_{1x}$ に、それぞれ、 $k_{tx}$ 及び $k_1$ の値を代入する（ステップS304）。Ackを送信した後は、送信装置からアンテナ数 $k_{tx}$ 及びデータ系列数 $k_1$ によりデータ送信が開始されるので、これを受信することができる（ステップS305）。

#### 【0088】

ステップS302において、また、 $k_1 > k_{rxa}$ である場合には、 $k_{tx}$ 及び $k_1$ で示されるアンテナ数及びデータ系列数での受信が不可能であることになるので、受信装置にNackを送信するか、あるいは全く動作を行わずに処理を終了する。

#### 【0089】

このように受信装置の受信動作を制御することにより、上記した送信装置の送信動作と連携して、送信装置及び受信装置の間で使用可能な範囲で最大のアンテナ数及びデータ系列数を用いた通信を確立することができる。

#### 【0090】

尚、上記では本実施形態の無線データ伝送システムにおいて用いる送信装置及び受信装置を別個の装置として構成した例を示したが、これらを一体化した送受信装置として利用することも可能である。

#### 【0091】

#### 〔第2実施形態〕

図5は、本発明の第2実施形態にかかる無線データ伝送システムの構成を概略的に示す図

10

20

30

40

50

である。図5において、本実施形態の無線データ伝送システムは、送受信装置A、送受信装置B及び送受信装置Cから構成されている。

【0092】

送受信装置A及び送受信装置Bは、第1実施形態に示したのと同様のSDM-OFDM方式の送受信装置であり、それぞれ2本のアンテナと2系列の信号処理回路（図示せず）とを備えている。一方、送受信装置Cは、ARIB-STD T-71やIEEE 802.11a等の従来の5GHz帯を使用する無線通信システムで動作する送受信装置であり、無線通信は全て5GHz帯を用いて行うものである。

【0093】

尚、本実施形態では、図5に示すように、送受信装置CがARIB-STD T-71仕様のものである場合を例にとって説明する。また、図5に示すように、送受信装置A及び送受信装置Bの間ではSDM-OFDM方式による無線通信の他、T-71方式による無線通信をも行うことが可能であるが、送受信装置A又は送受信装置Bと送受信装置Cの間では、T-71方式による無線通信のみを行うことができるものとする。

【0094】

上記のように構成された本実施形態の無線データ伝送システムにおいて、SDM-OFDM方式の送受信装置が、5GHz帯を使用する従来のT-71方式の送受信装置とコンパチビリティを持ちながら通信する方法を説明する。

【0095】

ここでは、送受信装置Aから送受信装置Bにデータ伝送を行う場合について考える。図5に示すように、送受信装置Aは、2本のアンテナTRxA\_\_Ant\_\_a及びTRxA\_\_Ant\_\_bを用い、送受信装置Bは、2本のアンテナTRxB\_\_Ant\_\_a及びTRxB\_\_Ant\_\_bを用いてデータ伝送を行うことができる。

【0096】

図6は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて、送受信装置Aから送受信装置Bに送信されるパケットの構成を概略的に示す図である。図6において、from TRxA\_\_Ant\_\_aは、送受信装置AのアンテナTRxA\_\_Ant\_\_aから送信されるパケットを、from TRxA\_\_Ant\_\_bは、アンテナTRxA\_\_Ant\_\_bから送信されるパケットを示している。

【0097】

図6に示す各パケットにおける領域B、C、SFについては、図15で示した従来技術のものと同様であり、ARIB-STD T-71仕様に従って生成されるものとする。また、DF(a)及びDF(b)はデータフィールドであり、図15に示すDFと同様である。本実施形態においては、送信データ1/2づつを、それぞれ、DF(a)及びDF(b)に割り当てるものとし、割り当て方は任意の方法によるものとする。また、各パケットのプリアンプルには、領域B、C、SFに加えて、SDM-OFDM用の伝播路推定用プリアンプルD及びD'をそれぞれ含んでいる。

【0098】

尚、図6に示す2つのパケットにおいて、領域B、C、SFは全く同じデータであるため、送受信装置A及びBは必ずしも両方のアンテナからこれらのデータを送信する必要はなく、例えば、領域B、C、SFのデータについては、アンテナTRxA\_\_Ant\_\_aからのみ送信するようにしてもよい。

【0099】

これらのパケットを受信した送受信装置Bでは、まず、領域B、C、SFまでをT-71のモードで信号処理し、それ以降の領域をSDMのモードで信号処理することにより、これらのパケットに含まれるデータを復調することができる。

【0100】

また、送受信装置Cがこれらのパケットを受信した場合でも、領域B、C、SFまでは信号処理を行いデータを復調することができる。

【0101】

10

20

30

40

50

図6に示す2つのパケットのSFに含まれるデータについては、図16に示した従来技術のものと同様である。すなわち、SFは24ビットのデータで構成されており、DFの変調方式(Rate)を示すデータが4ビット分、DFの長さを示すデータが12ビット分含まれている。

#### 【0102】

DFの変調方式を示すデータが4ビット割り当てられているので、最大で16種類の変調方式が指定できることになる。しかしながら、T-71では現状、8種類の変調方式しか使用されておらず、これら以外の変調方式は規定されていない。具体的には変調方式としてBPSK、QPSK、16QAM、64QAMの4種類、誤り訂正符号の符号化率として $1/2$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ が定義されていて、これらの組み合わせによりDFの伝送レートが決まるようになっている。

#### 【0103】

T-71では、送受信に使用するデータ系列数は1であるので、上記8種類の変調方式を、伝送レート(変調方式、符号化率、データ系列数)の形式で表わすと、6Mbps(BPSK,  $1/2$ , 1)、9Mbps(BPSK,  $3/4$ , 1)、12Mbps(QPSK,  $1/2$ , 1)、18Mbps(QPSK,  $3/4$ , 1)、24Mbps(16QAM,  $1/2$ , 1)、36Mbps(16QAM,  $3/4$ , 1)、48Mbps(64QAM,  $2/3$ , 1)、54Mbps(64QAM,  $3/4$ , 1)となる。

#### 【0104】

上記SFのRateでは、これら8種類の変調方式を示すビットデータとして、上記の順に従って、1101、1111、0101、0111、1001、1011、0001、0011をそれぞれ割り当てている。

#### 【0105】

本実施形態では、SFのRateはさらに、SDM-OFDMモードでの通信におけるDFの変調方式として、12Mbps(BPSK,  $1/2$ , 2)、18Mbps(BPSK,  $3/4$ , 2)、24Mbps(QPSK,  $1/2$ , 2)、36Mbps(QPSK,  $3/4$ , 2)、48Mbps(16QAM,  $1/2$ , 2)、72Mbps(16QAM,  $3/4$ , 2)、96Mbps(64QAM,  $2/3$ , 2)、108Mbps(64QAM,  $3/4$ , 2)の8種類を含んでいることを特徴とする。尚、SDM-OFDMモードでの送受信に使用するデータ系列数は2としている。

#### 【0106】

これらSDM-OFDMモードで使用するDFの変調方式を示すビットデータとしては、上記の順に従って、1100、1110、0100、0110、1000、1010、0000、0010が割り当てられている。これらは、上記のT-71モードでのDFの変調方式に対するビットデータの割り当てと比較すると、変調方式及び符号化率が同じもの同士は上位3ビットが共通しており、T-71モードかSDM-OFDMモードかによって下位1ビットのみが異なるように割り当てられている。このため、ビットデータの下位1ビットから、送受信に使用するデータ系列数が判断できることになる。

#### 【0107】

また、上記においてT-71モード及びSDM-OFDMモードそれぞれの変調方式による伝送レートを比較すると、データ系列数は違うものの、伝送レートが同じになる組み合わせがある。例えば、12Mbps(QPSK,  $1/2$ , 1)と12Mbps(BPSK,  $1/2$ , 2)などである。このように複数の変調方式において伝送レートが重複していても、送信データ系列数により適した伝播環境が異なるため、一概に無駄であるとは言えない。しかしながら、SF中で割り当てられた少ないビット数を有効に利用するためには、このような重複を生じる割り当ては最適なものとは言えない。

#### 【0108】

SF中のDFの変調方式を示すビットデータを、各種変調方式に効率よく割り当てるためには、異なる変調方式間で伝送レートが同じとなるような場合には、データ系列数が少ない方の変調方式を優先的に使用するようになれば、データの送受信処理も簡単になり、送

受信装置における消費電力の低減にも効果的である。また、重複する変調方式のうちデータ系列数が多い方の変調方式については、これにビットデータを割り当てないようにし、代わりによりデータ系列数の多い変調方式に割り当てるようにしてもよい。

#### 【0109】

例えば、上記において、SDM-OFDMモードの12Mbps (BPSK, 1/2, 2)、18Mbps (BPSK, 3/4, 2)、24Mbps (QPSK, 1/2, 2)、36Mbps (QPSK, 3/4, 2)、48Mbps (16QAM, 1/2, 2) に対してはSF中でのビットデータの割り当てを行わず、これに代えて、よりデータ系列数の多い144Mbps (64QAM, 2/3, 3)、162Mbps (64QAM, 3/4, 3) 等にビットデータの割り当てを行うことができる。

10

#### 【0110】

一方、図6に示すパケットを受信した送受信装置Bでは、SFに含まれるDFの変調方式を示すビットパターンを検出する。上記の例では、ビットパターンの下位1ビットが1である場合にはT-71モードであると判断し、0である場合にはSDM-OFDMモードであると判断する。SDM-OFDMモードの場合には、データ系列数が2以上であるので、パケットに含まれる伝播路推定用プリアンプルD及びD'を取得し、SDM-OFDMモードにより受信信号を復調するための伝播路推定を行う。また、DFについてもSDM-OFDMモードによる変調方式のデータとして受信する。

#### 【0111】

図7は、上記のようにT-71モード及びSDM-OFDMモードの両方により無線データ伝送を行うことが可能な送受信装置A及びBにおいて、無線データを受信する際の動作の流れを示すフローチャートである。図7において、ステップS701からS709までの処理については、図17に示す従来の受信装置と同様であるので、ここでは説明を省略する。

20

#### 【0112】

本実施形態において、図6に示すパケットを受信した送受信装置A及びBは、このパケットがT-71方式のプリアンプルを含んでおり、かつ、そのプリアンプル中のSFに含まれるデータが正しいと判定すると、さらにSFに含まれるDFの変調方式を示すビットデータを検出し、このパケットがSDM-OFDMモードで送信されているのか、あるいはT-71モードで送信されているのかを判定する(ステップS711)。その判定基準及び方法は、上記した通りである。

30

#### 【0113】

送受信装置A及びBは、受信パケットがSDM-OFDMモードで送信されたものであると判定した場合には、DFに含まれるデータをSDM-OFDM方式により復調する(ステップS712及びS713)。この復調処理については、上記した第1実施形態の送信装置及び受信装置における処理と同様であるものとする。

#### 【0114】

ところで、図5に示す送受信装置Cにおいて図6に示すパケットを受信した場合には、T-71モードで送信されたパケットのみを受信処理できることになる。すなわち、図7において、ステップS701～S705の一連の処理を行うことができる。しかしながら、SFにおいてDFの変調方式を示すビットパターンとしてSDM-OFDMを示すものが含まれている場合には、SFに規定外のデータが含まれていることとなるので、ステップS703においてSFに誤りがあると判断し、ステップS708の処理に進むようになっている。

40

#### 【0115】

また、このとき、ステップS709において、受信電波強度が所定の閾値L2以上である場合には、T-71伝送キャリアが使用中であると判断して、送受信装置Cは送信動作を行うことができないようになっている。

#### 【0116】

尚、本実施形態の無線データ伝送システムでは、T-71方式とSDM-OFDM方式と

50

において同一のプリアンプルを用いるものとし、これらを識別するための情報は、D Fの変調方式を示すビットデータとしてS Fに含める構成としているので、T-7 1方式の送受信装置とS D M-O F D M方式の送受信装置とがシステム中に混在していても、これらの間で無線データ伝送を行うことができるようになっている。

#### 【0 1 1 7】

##### 〔第3実施形態〕

第2実施形態の無線データ伝送システムにおいて、T-7 1方式の送受信装置Cは、S D M-O F D M方式の packets を受信しても packets 中のS Fを正常に取得できないため、S D M-O F D M方式で無線通信が行われているときの伝送キャリアの使用状況を判断する手段としては、受信電波強度を測定する以外にはない。このように受信電波強度のみに基づいてキャリアの使用状況を判断していると、他の送受信装置において電波を受信中であっても、これを判別できずに送信動作を行ってしまう可能性があるという問題点がある。

10

#### 【0 1 1 8】

第2実施形態の無線データ伝送システムでは、T-7 1方式による信号とS D M-O F D M方式による信号とを区別する方法として、送信 packets のS FにおいてD Fの変調方式（T-7 1方式かS D M-O F D M方式か）を示すビットデータを含めておき、これを受信した送受信装置はこのビットデータに基づいていずれの方式による packets かを判断することとしている。

#### 【0 1 1 9】

これに対して本実施形態では、packets のS Fに含まれるリザーブビット（図1 6におけるR e s e r v e）を用いることを特徴としている。具体的には、packets がT-7 1方式によるものである場合にはリザーブビットに0を割り当て、S D M-O F D M方式によるものである場合には1を割り当てることとする。その他、本実施形態の無線データ伝送システム及び送受信装置は、第2実施形態のものと同様に構成し、同様に動作するものとする。

20

#### 【0 1 2 0】

これにより、T-7 1方式の送受信装置が、S D M-O F D M方式の packets を受信した場合であっても、S FのR e s e r v eが1であることを検出すれば、S D M-O F D M方式の packets であると認識できるので、S F中に規定外のデータが含まれていても誤りであると判断せず、D Fのデータ長分の時間、送受信を行わない待機状態を保つようにすることができる。

30

#### 【0 1 2 1】

ところで、第2実施形態の無線データ伝送システムでは、送信 packets のS FにおいてD Fのデータ長を示すビットデータ（図1 6におけるL e n g t h）を含めて送信している。T-7 1方式の送受信装置Cは、受信したS D M-O F D M方式の packets のS FからL e n g t hを取得することはできたとしても、D Fの変調方式を認識することができないので、S D M-O F D M用のプリアンプル及びD Fを含めたデータ部分の受信に要する時間を正確に認識することができないこととなる。

#### 【0 1 2 2】

したがって、上記のようにS FのR e s e r v eを利用することにより、T-7 1方式の送受信装置は、受信 packets がS D M-O F D M方式の packets であることは認識できるものの、当該 packets の送受信が完了するまでの待機時間を判断することができない。これに対処するために、T-7 1方式の送受信装置では、S D M-O F D M方式の packets のS Fから取得したL e n g t hの値に基づいて packets 送受信に要する時間を概算し、これを待機時間とすることが考えられる。

40

#### 【0 1 2 3】

一般的に、S D M-O F D M方式はT-7 1方式に比べてデータ伝送が高速であることから、上記の概算した待機時間は、通常、実際の送受信に要する時間よりも長いものになると考えられる。この場合には、実際の送信が終了した後に、電波が送信されていないにも関

50

わらず送受信装置が受信状態のままとなる期間があり、電力を無駄に消費してしまう上に、送信のタイミングが遅れることになる。

#### 【0124】

一方、上記の概算した待機時間が実際の送受信に要する時間よりも短いものになった場合には、送受信装置は再び電波検出の動作（図17のステップS1701）を行うが、受信電波中にT-71のプリアンプルを検出できないため、受信電波強度に基づいて伝送キャリアの使用状況を判断し、伝送キャリアの開放待ちの状態（図17のステップS1706～S1707）となる。しかしながら、このときはT-71方式（但し、プリアンプル以降はさらにSDM-OFDM変調されている）のデータ伝送が行われていることが分かっているにも関わらず、図17に示すように、受信電波がT-71方式でないと判断した場合の受信電波強度の判定基準L1を用いることになってしまう。

#### 【0125】

したがって、第2実施形態の無線データ送信システムでは、T-71方式による送受信装置とSDM-OFDM方式による送受信装置が混在する状況下では、特にT-71方式による送受信装置において上記のような不都合が生じるため、データ伝送が効率良く行われていないという問題点がある。

#### 【0126】

そこで、本実施形態ではさらに、SDM-OFDMモードで送信するパケットについては、SF内のLengthに、DFのデータ長と伝播路推定用プリアンプルD及びD'のデータ長とを加えたデータ長を含めて送信することの特徴としている。ここで、加算する伝播路推定用プリアンプルD及びD'のデータ長は、当該パケットの送信に用いる変調方式で受信した場合に要する時間に応じたデータ長であるものとする。

#### 【0127】

このようにして、SDM-OFDM方式のパケット中、T-71方式のパケットに対して冗長となる伝播路推定用プリアンプルD及びD'の実際の受信時間に応じたデータ長を示すデータをSFに含めて送信することにより、T-71方式による送受信装置は、SDM-OFDM方式のパケットを受信した場合であっても、そのパケット長を正確に認識することが可能となる。したがって、当該パケット長に相当する期間は待ち状態にしておけばよい。

#### 【0128】

以下に具体的な例を示す。SDM-OFDM方式で送信データ系列数が2、双方のアンテナから100バイトのデータ（合計200バイト）を16QAM  $R=3/4$ で送受信する場合を考える（T-71方式で送受信する場合には、16QAM  $R=3/4$ では10OFDMシンボルで18バイトのデータを送受信することができる）。また、SDM-OFDMの伝播路推定用プリアンプルD及びD'の送受信に要する時間を2OFDMシンボル時間とする。

#### 【0129】

このとき、SFのRateには、DFの変調方式として16QAM  $R=3/4$ 及び送信データ系列数として2を設定し、Lengthには、DFのデータ長である100バイトと、伝播路推定用プリアンプルD及びD'のデータ長である $2 \times 18 = 36$ バイト（2OFDMシンボル時間）とを加算した値である136バイトに相当するビットデータを設定する。また、SFのReserve（リザーブビット）を1に設定する。

#### 【0130】

SDM-OFDM方式の送受信装置は、このように設定され送信されたパケット受信すると、パケット中のSFにおいて、Reserveが1になっていること、Lengthによりデータ長が136バイトに設定されていること、及びRateにより変調方式が16QAM  $R=3/4$ に設定されていることを検出する。また、送受信装置は、変調方式16QAM  $R=3/4$ では、伝播路推定用プリアンプルD及びD'のデータ長が2OFDMシンボル時間分に相当する18バイトであると判断し、DFのデータ長が100バイトであると算出することができる。SFのRateによりデータ系列数が2であることから



、SDM-OFDMのデータ長は、トータルで200バイトであると判断し、そのように受信信号の復調を行う。

#### 【0131】

一方、T-71方式の送受信装置が上記の送信パケットを受信した場合には、パケット中のSFにおいて、Reserveが1になっていること、Lengthによりデータ長が136バイトに設定されていること、及びRateにより変調方式が16QAM R=3/4に設定されていることを検出する。送受信装置は、Reserveが1であるからパケットが復調不可能なデータを含んでいることを認識できるので、SFに誤りがあるという判断は行わない。さらに、伝播路推定用プリアンブルD及びD'分を含めたデータ長が136バイトであることが分かるので、送受信装置は、これに相当する期間、送受信を行わない待機状態を保つことができる。

#### 【0132】

##### 〔第4実施形態〕

上記した第2実施形態及び第3実施形態の無線データ伝送システムにおいて、SDM-OFDM方式により2本のアンテナ及び2つのデータ系列を用いてデータの送受信を行う場合には、送信側において送信データを2つに分割し、それぞれを送信パケットのDF(a)及びDF(b)に含めて送信するよう規定している。また、これら2つのDFは、同一のデータ長であり、同一の変調方式により変調されて送信されることとなっている。

#### 【0133】

しかしながら、これら2つのデータ系列において異なる2つのデータを送信することもできれば便利である。この場合、DF(a)及びDF(b)のデータ長は必ずしも等しくはならないが、第2実施形態及び第3実施形態の無線データ伝送システムにおいては、DF(a)及びDF(b)のデータ長を同一にして送信する必要がある。また、DF(a)及びDF(b)を異なる変調方式で変調して送信することもできない。

#### 【0134】

本発明の第4実施形態にかかる無線データ伝送システムは、このような不都合を解消するために規定したパケット構成によりデータを送受信することを特徴とするものである。尚、このパケット構成を除いて、本実施形態の無線データ伝送システム及びこれに用いる送受信装置の構成及び動作については、第2実施形態及び第3実施形態のものと同様であるものとする。

#### 【0135】

図8は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータのパケット構成を概略的に示す図である。尚、図8に示すパケットにおいて、領域B、C、SF、D、D'については、図6に示すものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

#### 【0136】

本実施形態におけるパケット構成では、SDM-OFDM方式の伝播路推定シンボルD及びD'とDF(a)及びDF(b)との間に、それぞれ、シグナルフィールドSF(a)及びSF(b)を挿入していることを特徴する。SF(a)及びSF(b)は、それぞれ、DF(a)及びDF(b)の変調方式(Rate)及びデータ長(Length)を示すデータを含んでいる。また、第2実施形態及び第3実施形態と同様に、SFのReserveには、このパケットがSDM-OFDM方式によるものであるかどうかを示す情報を含んでいる。さらに、SFのLengthにおいても、第2実施形態又は第3実施形態と同様のデータを含んでいるのが好ましい。

#### 【0137】

これにより、これらのパケットを受信したSDM-OFDM方式の送受信装置は、まず、SFのReserveにより受信パケットがSDM-OFDM方式のデータを含んでいることを認識すると、さらに、後に続くSF(a)及びSF(b)に基づいて、DF(a)及びDF(b)に含まれるデータの復調処理を行うことができる。こうして、異なるデータを含む2つのパケットを、それぞれ異なるデータ系列により送受信し、受信側ではそれ



ぞれのパケットに対して独立した復調処理を行ってデータを取得することができる。

【0138】

尚、本実施形態において、SF (a)、SF (b) のフォーマットについては、図16に示す従来のSFと同様に構成しているので、本実施形態の送受信装置において従来同様に処理することができる。このため、本実施形態を利用するにあたっては、何ら新たな仕様を決める必要もない。

また、本実施形態のパケットをT-71方式の送受信装置が受信した場合には、第2実施形態及び第3実施形態と同様に処理するものとする。

【0139】

[第5実施形態]

上記の第2～第4実施形態では、送受信装置において受信電波を測定することにより、伝送キャリアの物理的な使用状況は確認できるが、この方法では伝送キャリアの論理的な使用状況は確認できない。SDM-OFDM方式では、パケットのデータフィールド中にMAC制御情報中を含んでおり、このMAC制御情報には、一連の通信に必要となる媒体の予約時間を示すデータが含まれているので、このデータより伝送キャリアの論理的な使用状況が分かるようになっている。

【0140】

しかしながら、T-71方式による無線通信のみを行う送受信装置においては、SDM-OFDM方式によるパケットのデータフィールドを復調することはできないので、伝送キャリアの論理的な使用状況を確認することができない。ところが、本発明の無線データ伝送システムがより安定して動作するためには、T-71方式による無線通信のみを行う送受信装置においても、このMAC制御情報から伝送キャリアの論理的な使用状況を取得できるのが好ましい。

【0141】

そこで、本発明の第5実施形態にかかる無線データ通信システムでは、T-71方式の送受信装置でもSDM-OFDM方式のパケットに含まれるMAC制御情報を受信することができるよう構成したパケットを用いて通信を行うことを特徴としている。尚、このパケット構成を除いて、本実施形態の無線データ伝送システム及びこれに用いる送受信装置の構成及び動作については、第2～第4実施形態のものと同様であるものとする。

【0142】

図9は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータのパケット構成を概略的に示す図である。尚、図9に示すパケットにおいて、領域B、C、SF、D、D'、SF (a)、SF (b) については、図6及び図7に示すものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0143】

図9に示すパケットにおいて、上記の第3～第4実施形態と同様に、SFのReserve (リザーブビット) を、このパケットがSDM-OFDM方式であるかT-71方式であるかを示すフラグとして用いている。また、SFのLengthは、長さを示すデータを含んでいる。DFは、MAC制御情報のみをデータとして含んでいる。DF (a) 及びDF (b) は、それぞれ、MAC制御情報を除いた伝送データを含んでいる。

【0144】

このような構成のパケットを受信したSDM-OFDM方式の送受信装置は、パケット中のB、C、SF、DFをT-71方式で復調するとともに、SF中のReserveの値に基づいて、D、D'、SF (a)、SF (b)、DF (a)、DF (b) をSDM-OFDM方式により復調する。

【0145】

また、上記パケットを受信したT-71方式の送受信装置は、パケット中のB、C、SF、DFをT-71方式で復調する。DFには伝送データは含まれていないが、MAC制御情報を含んでいるので、これにより送受信装置は伝送キャリアの論理的な使用状況を認識することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0146】

## [第6実施形態]

本発明の第6実施形態にかかる無線データ伝送システムは、パケット中のプリアンブルパターンにより送信データ系列数が識別可能であることを特徴としている。尚、このパケット構成を除いて、本実施形態の無線データ伝送システム及びこれに用いる送受信装置の構成及び動作については、上記の各実施形態のものと同様であるものとする。

## 【0147】

図10は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータのパケット構成を概略的に示す図である。図10の上段に示すパケットは、送信データ系列数が1であるときに送信されるパケットであり、下段に示すパケットは、送信データ系列数が2であるときに送信されるパケットである。これらのパケット中、C、SF、DF、D、D'、DF(a)、DF(b)については、図6及び図7に示すものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

## 【0148】

図10の上段に示すパケットは、従来のT-71方式によるパケットと同様の構成であり、T-71方式及びSDM-OFDM方式のいずれの送受信装置においても受信可能である。このパケットのプリアンブルBは、全体としては周期がTBであり、周期Tbの等しいパターンの信号bを10回繰り返すことにより生成されている。

## 【0149】

一方、図10の下段に示すパケットでは、プリアンブルBが、上段に示すパケットの2倍の長さであり、即ち、周期Tbの等しいパターンの信号bを20回繰り返すことにより生成されている。ここで、下段に示すパケットのプリアンブルBの長さを上段に示すものの2倍としているが、これはパケットの一構成例に過ぎず、本実施形態ではプリアンブルBの長さを任意の値に設定することができる。

## 【0150】

T-71方式及びSDM-OFDM方式の送受信装置は、上記の各パケットを含んだ信号を受信すると、受信信号を期間Tbだけ遅延させた信号を生成し、この遅延信号と受信信号との相関を取り、この相関のパターンから信号の有無の検出及び受信タイミングの検出を行っている。ここで、2つの信号間の相関とは、上記遅延信号及び受信信号それぞれが含む複素信号の類似度のことを意味している。具体的には、両信号が含む複素信号の振幅を複素乗算し、期間Tbの間積分した値を相関値としている。

## 【0151】

図11は、図10に示す各パケットのプリアンブル信号から上記のように算出されて出力される相関値の出力波形を示す図である。図11の上段は、図10の上段に示すパケットの相関値として出力される波形である。このパケットのプリアンブルBは、周期Tbの信号bを10回繰り返して生成されているので、その遅延信号との相関をとると、ほぼ期間 $9 \times Tb$ の間、相関値が大きくなる。また、図11の下段は、図10の下段に示すパケットの相関値として出力される波形であり、上記同様、その遅延信号との相関値は、ほぼ期間 $19 \times Tb$ の間大きくなる。

尚、図11に示す波形図では、各種のノイズ成分については無視しているため、直線的な波形となっている。また、上段及び下段の両図とも横軸に時間を、縦軸に相関値をとっており、相関値の値が大きいほど相関が強いことになる。

## 【0152】

図11に示すように、T-71方式及びSDM-OFDM方式の送受信装置では、受信信号から検出される相関値に対して、一定の閾値を設定している。送受信装置は、受信したプリアンブル信号の相関値がこの閾値を超える期間Tcorを検出し、これに基づいて受信信号の種類を識別することができるようになっている。

## 【0153】

例えば、図5に示す送受信装置Bは、T-71方式及びSDM-OFDM方式の双方によるパケットを受信するため、受信装置Bでは、受信したプリアンブル信号の相関値が所定

の閾値を超える期間  $T_{cor}$  を算出し、 $T_{cor} > 15 \times T_b$  である場合には  $SDM-OFDM$  方式の送受信装置として動作し、 $T_{cor} \leq 15 \times T_b$  である場合には  $T-71$  方式の送受信装置として動作するよう構成している。これにより、送受信装置は、受信パケットが  $T-71$  方式によるものであるか  $SDM-OFDM$  方式によるものであるかを適切に判断し、該当する方の方式による送受信装置として動作することが可能となる。ここで、受信パケットの通信方式を判定する基準として、 $T_{cor}$  が  $15 \times T_b$  を超えるかどうかを境界条件としているが、相関値に対する閾値とともに、任意の値を設定することができる。

#### 【0154】

一方、図5に示す送受信装置Cは、従来の  $T-71$  方式専用の送受信装置であるため、上記のような受信パケットの通信方式を判定する機能は備えていないが、図10の上段に示すような  $T-71$  方式のパケットを受信し復調できることは当然である。送受信装置Cが図10の下段に示す  $SDM-OFDM$  方式のパケットを受信した場合には、伝送データを復調することは受信できないが、パケットのプリアンプルパターンは  $T-71$  方式と共通しているため、受信電波を検出することは可能であり、図5に示すような無線データ伝送システムにおいて上記のような  $SDM-OFDM$  方式のパケットが送受信されていても、システムへの悪影響を及ぼすことはない。

#### 【0155】

上記したように、 $SDM-OFDM$  方式において使用する送信アンテナの本数により、送信パケットのプリアンプルパターンを変えることにより、現状運用されている  $T-71$  方式の無線データ伝送システムの上に、 $SDM-OFDM$  方式のシステムを展開することが可能となる。

#### 【0156】

##### 〔第7実施形態〕

本発明の第7実施形態にかかる無線データ伝送システムは、受信側の装置においてパケット中の  $SDM-OFDM$  伝播路推定用プリアンプルにより受信パケットの通信方式を識別することができるよう構成していることを特徴としている。

#### 【0157】

図12は、本実施形態の無線データ伝送システムにおいて用いる  $SDM-OFDM$  方式のパケットの構成例を概略的に示す図である。図12に示すパケットにおいて、B、C、SFは従来の  $T-71$  方式によるパケットと同様に構成されているものとする。したがって、上記した各実施形態のように、パケットの通信方式を識別するためのデータをSFのRateやReserveに含めたり、Bのデータ長により通信方式を示したりする構成はとっていない。

#### 【0158】

図12において、 $SDM-OFDM$  伝播路推定用プリアンプルD及びD'は、それぞれ、D1とD2及びD1と-D2というデータを含んでいる。D1はD及びD'の先頭に共通して含まれるデータであり、このデータにより受信装置は以下に  $SDM-OFDM$  方式のデータが続くことを識別することが可能となる。例えば、受信装置において、D1と同じ波形を受信したときに相関値を算出するような相関器を備えるよう構成すればよい。

#### 【0159】

$SDM-OFDM$  方式の受信装置は、図12に示すパケットを受信すると、 $T-71$  方式によりB、C、SFを復調するとともに、相関器を動作させ、SFに続く信号が波形D1と相関をもっているかどうかを検出する。相関を検出した（相関器により算出される相関値が所定の閾値を超える）場合には、以下に続くデータは  $SDM-OFDM$  方式のデータであると判断し、D1及びD2（-D2）により推定される伝播路行列を用いてDF（a）又はDF（b）を復調する。

#### 【0160】

図12に示すパケット構成及び上記のような受信装置の構成によれば、 $T-71$  で既に定義されているSFのデータに変更を加えることなく、 $SDM-OFDM$  方式のパケットを

生成し送受信することが可能となる。

【0161】

尚、本実施形態の無線データ伝送システムでは、T-71方式のパケットを受信している場合であっても、SFに続くDFの最初のOFDMシンボルの波形が偶然D1と一致していたり、高い相関を有していたりするために、受信装置においてこのパケットを誤ってSDM-OFDM方式のパケットであると判断してしまうことが起こり得る。このような検出ミスを回避するためには、例えば、SFとSDM-OFDM信号の伝播路推定用プリアンブルD又はD'との間に、Null（無信号状態）を挿入すればよい。

尚、上記において説明した構成部分を除いて、本実施形態の無線データ伝送システム及びこれに用いる送受信装置の構成及び動作については、従来技術のものと同様である。

【0162】

以上、本発明の無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置について、具体的な実施の形態を示して説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。当業者であれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、上記各実施形態又は他の実施形態にかかる発明の構成及び機能に様々な変更・改良を加えることが可能である。

【0163】

特に、上記各実施形態では、説明を簡略化するため、2本のアンテナ及び2つのデータ系列数を用いたシステムのみを示しているが、本発明はこれに限定されるわけではなく、任意の空間多重数による空間分割多重伝送システムを確立することができる。

【0164】

また、上記各実施形態では、SDM-OFDM方式とあわせて使用する従来の通信方式としてARIB-STD T-71を例示しているが、本発明はこれに限定されるわけではなく、例えば、IEEE 802.11aなどにも応用が可能である。

【0165】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置によれば、SDM-OFDM方式により、複数のアンテナを使用して、同一周波数帯域で複数のデータ系列での送受信ができるような無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置が提供される。

【0166】

さらに、このようなSDM-OFDM方式を5GHz帯で使用するにあたって、従来のARIB-STD T-71やIEEE 802.11a等の無線通信システムとのコンパチビリティを備えた無線データ伝送システム及び無線データ送受信装置が提供される。本発明の無線データ伝送システムにおいて、SDM-OFDM方式の送受信装置と従来の方式による送受信システムとが混在していても、一方の送受信装置が通信中に他方の送受信装置が送信を開始することがないよう構成することができるため、安定した通信システムを提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて用いる送信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】図1に示す送信装置における空間分割多重制御データの送信動作の流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて用いる受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図4】図3に示す受信装置における空間分割多重制御データの受信動作の流れを示すフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態にかかる無線データ伝送システムの構成を概略的に示す図である。

【図6】図5に示す無線データ伝送システムにおいて送受信されるパケットの構成を概略的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図7】図5に示す送受信装置A及びBにおいて受信動作を行う際の処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】本発明の第4実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータの packets 構成を概略的に示す図である。

【図9】本発明の第5実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータの packets 構成を概略的に示す図である。

【図10】本発明の第6実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータの packets 構成を概略的に示す図である。

【図11】図10に示す各 packets のプリアンプル信号から算出される当該信号の相関値の出力波形を示す図である。 10

【図12】本発明の第7実施形態にかかる無線データ伝送システムにおいて送受信されるSDM-OFDM方式のデータの packets 構成を概略的に示す図である。

【図13】従来技術におけるSDMを利用した無線通信システムの一構成例を概略的に示す図である。

【図14】図13に示す送信装置のアンテナTxAnt\_\_A及びTxAnt\_\_Bから送信される伝播路測定用プリアンプルの packets フォーマットの例を示す図である。

【図15】5GHz帯を利用したOFDM無線通信方式において使用する通信 packets の構成を概略的に示す図である。

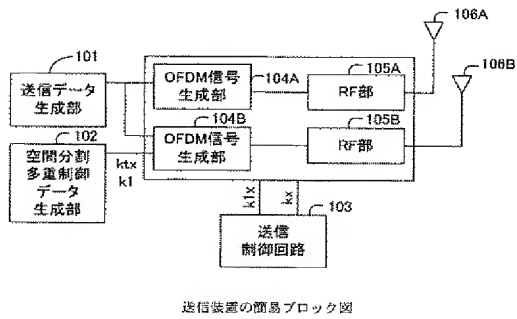
【図16】図15に示す通信 packets のシグナルフィールド(SF)に含まれるデータの構成を示す図である。 20

【図17】ARIB-STD T-71仕様による受信装置において、無線通信伝送波を受信し復調する処理の流れを示すフローチャートである。

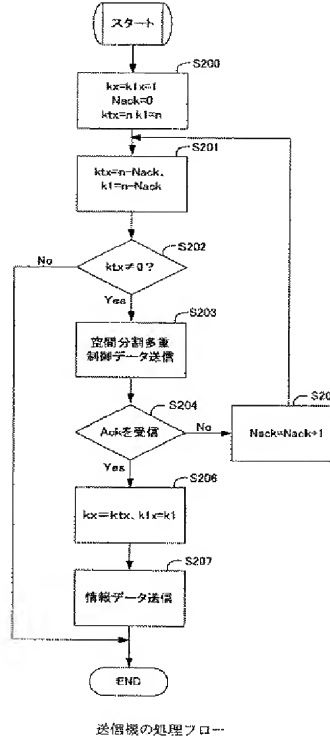
【符号の説明】

- 101 送信データ生成部
- 102 空間分割多重制御データ生成部
- 103 送信制御回路
- 104A、104B OFDM信号生成部
- 105A、105B RF部
- 106A、106B アンテナ
- 301A、301B アンテナ
- 302A、302B RF部
- 303A、303B OFDM信号受信回路
- 304 空間分割多重制御データ解析回路
- 305 受信制御回路
- 306 SDM処理部
- 307 受信データ処理部

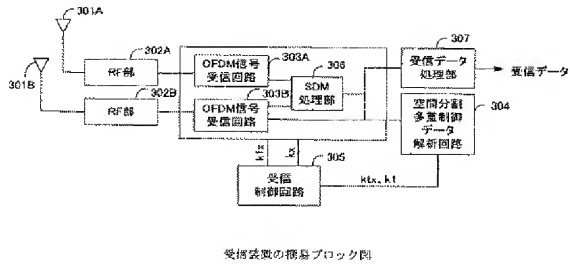
【図 1】



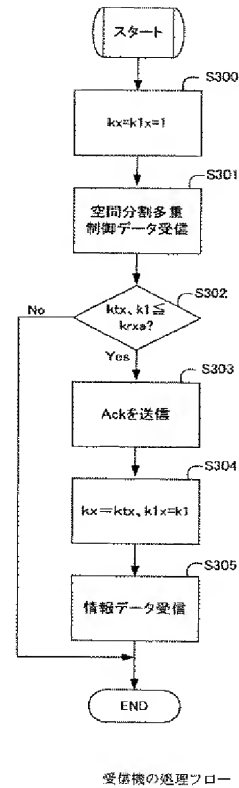
【図 2】



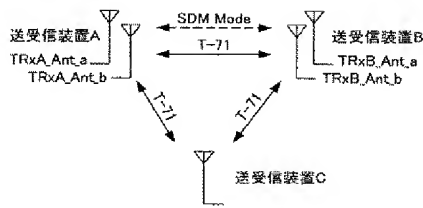
【図 3】



【図 4】

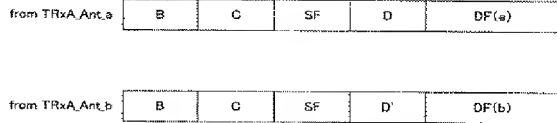


【図 5】



実施例 2 における端末の構成図

【図 6】



実施例 2、3 におけるパケット構成の 1 例

【図 8】



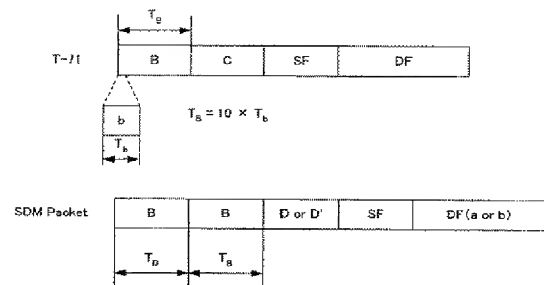
実施例 4 におけるパケット構成の 1 例

【図 9】



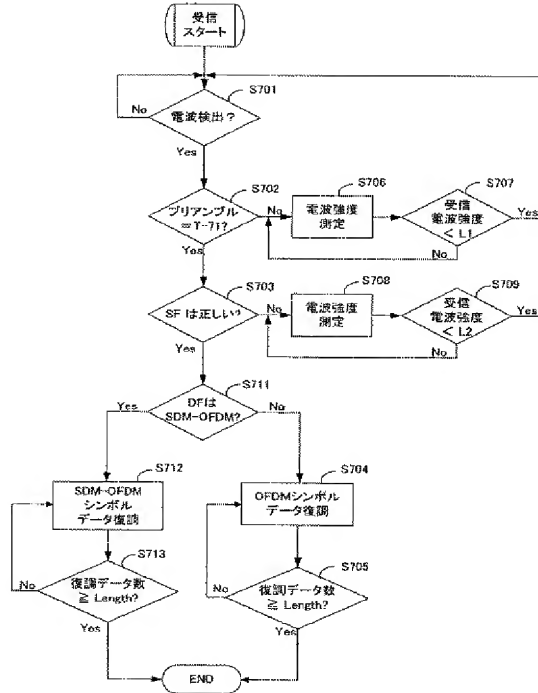
実施例 5 におけるパケット構成の 1 例

【図 10】



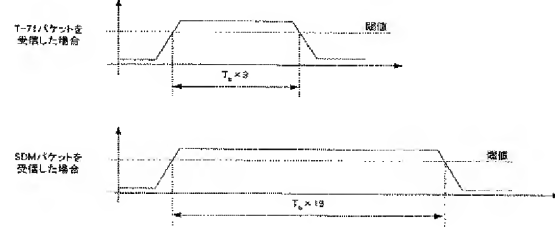
ARIB-STD T-71 仕様のプリアンブルと実施例 6 におけるパケット構成の 1 例

【図 7】



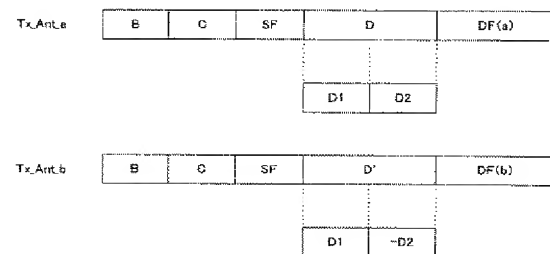
実施例 2、3 における受信装置の処理フロー

【図 11】



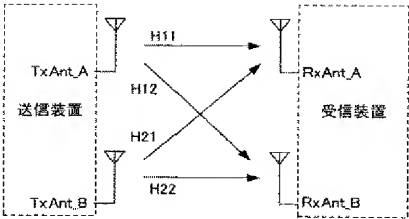
実施例 6 におけるプリアンブルを受信した時の相関器の出力波形イメージ

【図 12】



実施例 7 におけるパケット構成の 1 例

【図 1 3】



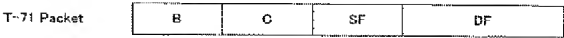
従来例におけるシステム概念図

【図 1 4】



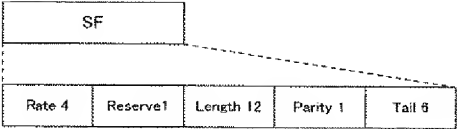
従来例におけるパケットフォーマット

【図 1 5】



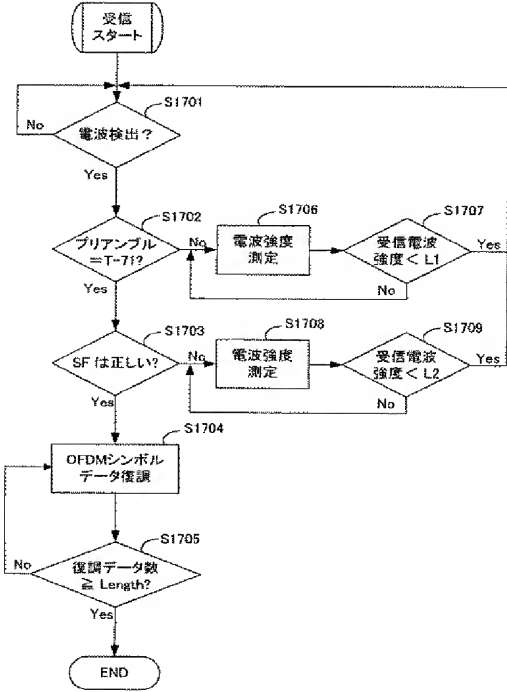
ARIB-STD T-71 仕様のパケット構成

【図 1 6】



ARIB-STD T-71 仕様のパケットにおけるシグナルフィールドの詳細

【図 1 7】



ARIB-STD T-71 仕様における一般的な受信装置の処理フロー



---

フロントページの続き

(72)発明者 白川 淳

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 岡本 直樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 末竹 弘泰

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 5K022 FF00

5K067 AA02 BB21 CC24 HH21 KK03

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第3区分  
 【発行日】平成18年8月3日(2006.8.3)

【公開番号】特開2004-297172(P2004-297172A)  
 【公開日】平成16年10月21日(2004.10.21)  
 【年通号数】公開・登録公報2004-041  
 【出願番号】特願2003-83429(P2003-83429)  
 【国際特許分類】

H 0 4 J 15/00 (2006.01)

H 0 4 B 7/26 (2006.01)

【F I】

H 0 4 J 15/00

H 0 4 B 7/26 C

【手続補正書】

【提出日】平成18年6月15日(2006.6.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のアンテナを備え、アンテナ毎に異なるデータを送信することができる空間分割多重無線送信装置であって、

空間分割多重制御に必要な空間分割多重制御データを生成する空間分割多重制御データ生成部を備え、

前記空間分割多重制御データを、送信装置が使用されるシステムで決定される空間多重数（データ系列数）を用いて送信することを特徴とする送信装置。

【請求項2】 前記空間分割多重制御データには、少なくともアンテナ数と空間多重数（データ系列数）とが含まれ、

前記システムで決定される空間多重数（データ系列数）は1であることを特徴とする請求項1に記載の送信装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の送信装置から無線送信されたデータを受信可能な受信装置であって、

受信したデータに含まれる前記空間分割多重制御データから、前記送信装置が送信に用いた空間多重数（データ系列数）を取得し、該空間多重数に基づいてデータを受信可能かどうかの判別を行う手段を備えた受信装置。

【請求項4】 複数のアンテナを備え、アンテナ毎に異なるデータを送信することができる空間分割多重無線送信装置であって、

1つのアンテナあるいは複数のアンテナから同一のデータを送信する第1の期間と、全てのアンテナから異なるデータを送信する第2の期間と、を切り替えてデータを送信する手段を有し、

さらに、前記第2の期間の空間分割多重制御データを生成する空間分割多重制御データ生成部を有し、

前記第1の期間に、前記空間分割多重制御データを送信することを特徴とする送信装置。

【請求項5】 請求項4に記載の送信装置から無線送信されたデータを受信可能な受信装置であって、

前記第1の期間に受信したデータに含まれる前記空間分割多重制御データを復調し、前

記空間分割多重制御データから前記第 2 の期間の復調方式を決定し、データの復調を行うことを特徴とする受信装置。